

Niko Leinonen

# **PALAUTUMISEN EDISTÄMINEN JALKAPALLOSSA**

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö  
Napraptian koulutusohjelma

2018



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tekijä	Tutkinto	Aika
Niko Leinonen	Naprapaatti (AMK)	Toukokuu 2018
<b>Opinnäytetyön nimi</b>  Palautumisen edistäminen jalkapallossa Systemaattinen kirjallisuuskatsaus		
<b>Toimeksiantaja</b>  FC KTP		
<b>Ohjaaja</b>  Marja Turkki Lehtori Petteri Koski Naprapaatti D.N		
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, millä menetelmillä palautumiseen voidaan vaikuttaa jalkapallossa. Lisäksi tarkoituksena oli vertailla, miten näiden menetelmien vaikuttavuudet eroavat toisistaan.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä käytettiin systemaattista kirjallisuuskatsausta. Haut kohdennettiin viiteen tietokantaan, jotka olivat Science Direct, PubMed, Google Scholar, ProQuest Central ja SPORTDiscus. Tähän systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoitui mukaan 16 tutki- musta, jotka analysoitiin sisällönanalyysin keinoin.</p> <p>Aineiston perusteella voidaan todeta, että jalkapalloilijoiden palautumista pyritään edistämään matalatasoisella laserterapialla, vesihoidolla, unella, ravitsemuksella, aktiivisilla palautumismenetelmillä, venyttelyllä, hieronnalla, kompressioasusteilla ja elektrostimulaatiolla. Aineistossa esiintyneiden tutkimusten mukaan tärkeimmät palautumiseen vaikuttavat tekijät ovat riittävä ja laadukas uni sekä ravitsemus. Ravitsemuksellisista tekijöistä on huomioitava riittävä hiilihydraattien ja proteiinien saanti sekä proteiinien oikea ajoitus. Laadukasta unta jalkapalloilijan tulisi saada vähintään kahdeksan tuntia yössä. Pelattaessa lyhyen ajan sisällä useita otteluita saavutetaan myös kylmävesihoidolla sekä vaihtolämpövesihoidoilla positiivisia vaikutuksia palautumiseen. Näyttö kylmävesiupotuksen vaikuttavuudesta on vahvinta vesihoidojen osalta, mutta on huomioitava sen mahdollinen negatiivinen vaikutus lihaskudoksen regeneraatioon ja kehittymiseen liiallisesti käytettynä.</p> <p>Aineiston mukaan matalatasoisen laserterapian on todettu vaikuttavan palautumiseen positiivisesti, mutta tutkimuksien otantojen pienuuden vuoksi sitä ei voida suositella. Aktiivisten palautumismenetelmien vaikuttavuudesta näyttö on ristiriitaista, ja sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia on raportoitu. Muiden palautumismenetelmien käytöstä näyttöä on vähemmän. Tulosten mukaan venyttelyllä ei ole positiivisia vaikutuksia palautumiseen. Hieronnalla on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia koettuun palautumiseen, mutta tällä ei ole vaikutusta suorituskykyyn. Kompressioasusteilla voi olla positiivisia vaikutuksia koettuun lihasarkuuteen, mutta suorituskyky ei palaudu nopeammin niitä käytettäessä. Koska myöskään negatiivisia vaikutuksia ei ole raportoitu, voi joissain tapauksissa olla perusteltua käyttää kompressioasusteita. Elektroterapian vaikuttavuudesta näyttö on ristiriitaista.</p>		
<b>Asiasanat</b>  jalkapallo, palautuminen, systemaattiset kirjallisuuskatsaukset		

Author	Degree	Time
Niko Leinonen	Bachelor of Naprapathy	May 2018
<b>Thesis title</b>		65 pages 10 pages of appendices
Recovery Promotion in Soccer A Systematic Review of Literature		
<b>Commissioned by</b>		
FC KTP		
<b>Supervisor</b>		
Marja Turkki Senior Lecturer Petteri Koski Naprapath Doctor of Naprapathy		
<b>Abstract</b>		
<p>The purpose of this thesis was to study how to improve a recovery process in soccer. The other purpose of this thesis was to compare the effectiveness of different methods.</p> <p>The research method was systematic literature review. In this thesis five databases were used which were Science Direct, PubMed, Google Scholar, ProQuest Central and SPORTDiscus. Sixteen research articles were included in this thesis and they were analysed with content analysis.</p> <p>Based on research articles included in this thesis it is possible to notice that there are nine different methods used to improve recovery in soccer. The methods include low level laser therapy, water therapy, sleep, nutritional strategies, active recovery, stretching, massage, compression garments and electric stimulation. The most important methods are sleeping and nutritional strategies. Sufficient carbohydrate and protein intake and proper timing need to be taken into account from nutritional aspect. Minimum sleeping time per night is eight hours. When playing lots of matches during a short period of time, recovery may be improved by cold water therapy and contrast water therapy. Cold water immersion has the best evidence for effectiveness among the various types of water therapies. However, it is notable that there may be negative effects on muscle regeneration if used too often.</p> <p>Based on the articles included this review low level laser therapy is effective for recovery but because there were only a few players included for research it can not be recommended. Evidence for the effectiveness of active recovery methods is contradictory as both positive and negative effects have been reported. There is less evidence from other recovery methods. Stretching has no positive effects on recovery and massage has positive effect only for perceived recovery but no effects on performance. Compression garments may be useful for delayed onset muscle soreness but no effects on performance. Because there are no reported negative effects, it may sometimes be beneficial to wear compression garments during a recovery process. Evidence of the effectiveness of electric therapy is ambivalent.</p>		
<b>Keywords</b>		
football, soccer, recovery, systematic review		

# SISÄLLYS

1	TAUSTA JA TARKOITUS .....	5
2	JALKAPALLO .....	6
2.1	Jalkapalloilijoilta vaadittavia ominaisuuksia .....	6
2.2	Suorituskyky jalkapalloilijoilla .....	8
2.3	Väsymiseen vaikuttavat tekijät.....	14
2.4	Ravitsemus.....	22
3	PALAUTUMINEN JALKAPALLOSSA .....	24
4	SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS .....	27
4.1	Tutkimuskysymykset.....	28
4.2	Hakutermien valinta .....	28
4.3	Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit .....	29
4.4	Hakujen toteutus.....	29
4.5	Sisällönanalyysi .....	34
5	TUTKIMUSTULOKSET .....	35
5.1	Millä menetelmillä palautumiseen voidaan vaikuttaa jalkapallossa? .....	36
5.2	Miten eri palautumismenetelmien vaikuttavuudet eroavat toisistaan? .....	45
5.3	Yhteenveto tutkimustuloksista .....	49
6	POHDINTA .....	51
6.1	Luotettavuuden toteutuminen .....	57
6.2	Johtopäätökset .....	57
6.3	Jatkotutkimusehdotukset .....	58
	LÄHTEET.....	60
	LIITTEET	

Liite 1. Koehakujen tulokset

Liite 2. Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoituneet tutkimukset

## 1 TAUSTA JA TARKOITUS

Jalkapallo on tärkeä liikuttaja suomalaisessa yhteiskunnassa. Vuosina 2009 ja 2010 toteutetun nuorten kansallisen liikuntatutkimuksen mukaan 3–18-vuotiaita jalkapallon harrastajia oli tutkimuksen aikaan 217 000. (SLU 2010.) Kokonaisuudessaan harrastajia oli vuonna 2010 357 000, joista lisenssipelaajia 114 656 (Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus s.a.).

Kansainvälisesti jalkapallon edistämiseksi urheiluna UEFA on nostanut esiin kolme peruspilaria, jotka ovat henkilökohtainen kehittyminen, talenttiohjelmat ja tieteellinen tutkimus. Tutkimuksellisten tavoitteiden tarkoitus on jakaa ja tuottaa uutta tietoa yhteistyössä akateemisten ammattilaisten ja tutkimuskusten kanssa. (UEFA s.a.) Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa kootaan systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmin ajankohtainen tieto palautumisen edistämiseen käytettävistä menetelmistä miesjalkapalloilijoiden keskuudessa. Aiheen valikoitumiseen vaikutti tekemämme yhteistyö paikallisen jalkapalloseuran FC KTP:n kanssa. Aihe itsessään oli kiinnostava ja joukkueella oli tarvetta palautumiseen liittyvän tietoisuuden lisäämiseen. Työelämän yhteistyökumppanina on kotkalainen FC KTP.

Palautumisella tarkoitetaan urheilusuorituksen jälkeistä kehon, mielen sekä voiman normalisoitumista samalle tasolle kuin se oli ennen urheilusuoritusta. Palautuminen voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan, joita ovat välitön yksittäisten suoritusten tai ponnistuksien välinen palautuminen, lyhytkestoinen palautuminen toistojen välillä esimerkiksi intervalli- tai vastusharjoittelussa ja kokonaisten harjoituksien välinen palautuminen. (Bishop ym. 2008, 1016.)

Usein kestää yli kolme päivää, että hermolihaskäyttöjärjestelmä, lihasten glykogeenivarastot, anaerobinen suorituskäky ja suoritusten jälkeinen lihaskipu ehtivät palautua jalkapallo-ottelun jälkeen normaalille tasolle. Usein ammattitason jalkapallossa ei kuitenkaan ehditä palautua kolmea päivää ottelun jälkeen, ja lyhyempi palautumisaika voi altistaa ylikuormitustilalle tai loukkaantumisille. Mikäli viikon aikana pelataan useita otteluita, tulisi painottaa ravitsemuksellisia tekijöitä ja spesifejä palautumismenetelmiä palautumisen optimoimiseksi, samalla välttäen korkeaintensiteettisiä harjoituksia. (Lundberg & Weckström 2017.)

## 2 JALKAPALLO

### 2.1 Jalkapalloilijoilta vaadittavia ominaisuuksia

Jalkapalloa pelataan suorakaiteen muotoisella kentällä, joka on pituudeltaan 100–110 metriä ja leveydeltään 64–75 metriä. Kenttä voi olla luonnon nurmea, tekonurmea tai kilpailumääräysten salliessa näiden sekoitus eli hybridi. Ottelussa kaksi enintään 11 pelaajan joukkuetta pelaa vastakkain. Ottelussa on kaksi puoliaikaa, joka kestävät 45 minuuttia ja joiden välissä on enintään 15 minuuttia kestävä tauko. Peliainaa lisätään erotuomarin päätöksellä ottelussa tapahtuneiden katkojen kuluttaman ajan verran. Tällaisia katkoja voivat olla esimerkiksi loukkaantuneen huoltaminen, pelaajavaihdot tai maalien juhliminen. (Jalkapallosäännöt 2017, 7–47.)

Jalkapallossa pelaajan on kuljettava ottelun aikana jopa 12 kilometriä pelipaikasta riippuen ja tästä matkasta 1,2–2,4 %:ssa pelaajalla on pallo hallinnassaan. Kuljetusta matkasta yli puolet liikutaan nopeudella 0–11 km/h ja ottelun aikaisia pyrähdyksiä, joiden nopeus on yli 23 km/h, suoritetaan keskimäärin 17,7. Kyky tehdä toistuvia kiihdytyksiä ottelun aikana on merkittävässä roolissa. (Di Salvo ym. 2007.) Keskimäärin pelaaja suorittaa 727 käännöstä tai poikkeamaa ottelun aikana (Bloomfield ym. 2007). Pelaajan maksimaalinen hapenottokyky asettuu välille 50–75 ml/kg/min eurooppalaisissa huippuseuroissa (Stølen ym. 2005). Voimaominaisuuksien osalta norjalaisia pelaajia tutkittaessa puolikyydyn tuloksen havaittiin olevan keskimäärin 171,7 kg ja vertikaalihypyn korkeuden 56,4 cm. Puolikyydyn tuloksen korrelaatio maksimaalisen juoksun suorituskyydyn oli merkittävä. (Wisløff ym. 2004.)

Suorituskyky jalkapallossa koostuu teknisistä, taktisista, fyysisistä, fysiologisista ja henkisistä tekijöistä. Keskimäärin jalkapalloilija tekee 2–4 sekuntia kestävän maksimaalisen juoksun 90 sekunnin välein. Kokonaisuudessa ottelun aikana kuljettu matka kenttäpelaajilla on 10–12 km ja maalivahdeilla 4 km. (Stølen ym. 2005, 503.) Tutkittaessa Mestarien Liigassa sekä Italian Liigassa pelaavien jalkapalloilijoiden sekä Tanskan korkeimmalla sarjatasolla pelaavien jalkapalloilijoiden suorituksia havaittiin, että ottelun aikana juostu matka vaihtelee pelipaikoittain siten, että puolustajat juoksevat vähemmän verrattuna muihin kenttäpelaajiin. Ottelun aikana kuljetut matkat pelipaikoittain on kuvattu taulukossa 1. (Mohr ym. 2003, 524.).

Taulukko 1. Pelaajien ottelun aikana kulkema matka (Mohr ym. 2003, 524)

Pelipaikka	Kuljettu matka ottelun aikana
Puolustaja	9,74 km +/-0,22 km
Laitapuolustaja	10,98 km +/-0,23 km
Keskikenttäpelaaja	11,00 km +/- 0,21 km
Hyökkääjä	10,48 km +/-0,30 km

Liikkuminen kentällä jakautuu viiteen etenemisnopeuteen. Kävelyn ja hölkin osuus ottelun aikana kuljetusta matkasta on yli puolet maksimaalisen juoksun osuuden ollessa alle 4 %. Etenemisnopeuksien suhteelliset osuudet on kuvattu taulukossa 2. Kuljetusta matkasta 1,2–2,4 %:ssa (119–286 m) pelaajat kuljettavat palloa. (Di Salvo ym. 2007, 224, 226.)

Taulukko 2. Pelaajien etenemisnopeus ja niiden suhteelliset osuudet (Di Salvo ym. 2007)

	Etenemisnopeus	Etenemisnopeuden osuus kuljetusta matkasta
Kävely ja hölkkä	0–11 km/h	58,2–69,4 %
Matalavauhtinen juoksu	11,1–14 km/h	13,4–16,3 %
Keskivauhtinen juoksu	14,1–19 km/h	12,3–17,5 %
Kovavauhtinen juoksu	19,1–23 km/h	3,9–6,1 %
Maksimaalinen juoksu	yli 23 km/h	2,1–3,7 %

Jalkapallossa voima ja teho ovat yhtä tärkeässä roolissa kuin kestävyys. Voimalla on tärkeä rooli vammojen ennaltaehkäisyssä sekä tehon tuotossa. Tehon lisääntyminen taas mahdollistaa nopeammat suunnanmuutokset ja maksimaaliset juoksut ottelun aikana. Vaikka keskimääräinen työntensiteetti ottelun aikana on lähellä anaerobista kynnystä (syke tavallisesti 80–90 % maksimisykkeestä), ottelun 90 minuutin pituudesta johtuen aerobisella aineenvaihdunnalla on tärkeä merkitys jalkapallossa. Ottelun aikaisten korkeaintensiteettisten vaiheiden aikana laktaatin sietokyky on tärkeää. Näiden korkeaintensiteettisten vaiheiden välille asettuvat pelaajille tärkeät matalamman intensiteetin

vaiheet, jolloin laktaatti ehditään poistaa rasitetuista lihaksista. (Stølen ym. 2005, 503–506).

Korkeaintensiteettiset suoritukset, kuten hyppy ja maksimaalisella teholla suoritettut juoksut, ja sen myötä anaerobinen aineenvaihdunta ovat ratkaisevassa osassa jalkapallossa (Stølen ym. 2005, 509). Maksimaaliset teholla suoritettut juoksut, hyppy, kaksintaistelut ja potkut ovat riippuvaisia anaerobisesta tehosta ja maksimaalisesta voimasta sekä hermolihaskäytön toiminnasta. (Silva ym. 2015, 12.) ATP-PC-järjestelmä tuottaa pääosan energiasta, ja anaerobinen glykolyysi voi kiihtyä jopa 100-kertaiseksi maksimaalisen suorituksen aikana (Gastin 2001). Vastaavasti kreatiinfosfaattivarastosta (PC) noin 50 % täyttyy täydessä levossa noin 30 sekunnin aikana (Maughan & Gleeson 2010, 179–183). Englannin valioliigassa korkeaintensiteettisestä juoksusta palautumiseen käytettiin keskimäärin 72 sekuntia (Bradley ym. 2009, 163).

## **2.2 Suorituskyky jalkapalloilijoilla**

### **Kestävyys**

Maksimaalinen hapenottokyky kuvastaa kehon kykyä kuljettaa ja käyttää happea liikkumisen aikana. Kestävyysharjoitteluojelma, jonka tarkoituksena on edistää maksimaalista hapenottokykyä, sisältää tyypillisesti suuria lihasryhmiä kuormittavaa dynaamista liikuntaa vähintään kolmesti viikossa 20–60 minuuttia kerrallaan. Harjoittelun tulisi olla intensiteetiltään yli 50 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. Maksimaalinen hapenottokyky vaihtelee suuresti yksilöiden välillä harjoitustaustasta ja genetiikasta riippuen. (Powers & Howley 2015, 280–281.)

Hapenottokykyä voidaan testata monilla erilaisilla testeillä riippuen testattavasta kohdehenkilöstä ja syystä, minkä vuoksi testiä ollaan tekemässä. Osa kenttätesteistä mittaa määrättyssä ajassa yksilön juoksemaa matkaa tai määrätyllä matkalla käytettyä aikaa. Mahdollisuus testata suuria ihmismääriä pienessä ajassa on luettava kenttätestien vahvuudeksi. Lisäksi hapenottokykyä voidaan mitata esimerkiksi juoksumatolla tai polkupyöräergometrillä maksimaalisesti tai submaksimaalisesti riippuen siitä, halutaanko yksilöä testata täy-



delliseen uupumukseen asti vai päätetäänkö testi lopettaa aiemmin määritellyyn kuormitustasoon. Urheilijoita testattaessa maksimaalinen testaaminen on tavallisempaa. (Powers & Howley 2015, 328–340.) Kenttätesteillä voidaan simuloida ottelutapahtumia paremmin ja näin ollen saada luotettavampaa tietoa ottelun aikaisesta suorituskyvystä verrattuna laboratoriossa suoritettaviin testeihin. Laboratoriossa testattaessa tulisi käyttää juoksumattotestiä polkupyöriergometrin sijaan, sillä juoksumatto on lajispesifimpi. (Svensson & Drust 2005.)

Testattaessa jalkapalloilijoita Yo-Yo Intermittent Recovery 1 -testillä laitapuolustajat ja keskikenttäpelaajat menestyivät paremmin suhteessa hyökkääjiin ja puolustajiin. Testissä paremmin menestyneillä laitapuolustajilla ja keskikenttäpelaajilla ottelun aikana kuljettu matka oli korkeammalla tasolla sekä ottelun aikainen maksimaalisten juoksujen määrän lasku oli vähäisempää suhteessa hyökkääjiin ja puolustajiin. Kyseisessä testissä juostaan 10 minuutin alkulämmittelyn jälkeen 20 metrin matkaa edestakaisin ääniohjatulla progressiivisesti kiristyvällä tahdilla. (Mohr ym. 2003.) Yo-Yo Intermittent Recovery 1 -testin on todettu olevan helposti toistettava ja sen tulosten korreloivan hyvin ottelusuorituskyvyn kanssa jalkapallossa. Myös maksimaalisen hapenottokyvyn testaaminen voi olla toimiva menetelmä jalkapalloilijoiden testaamiseen, mutta Yo-Yo IR1 -testillä näyttäisi olevan parempi herkkyys lajispesifin suorituskyvyn mittaamiseen jalkapallossa. (Krustrup ym. 2003.) Verrattaessa Yo-Yo IR1 -testillä, 20 metrin sukkulajuoksutestillä (Multi Stage Shuttle run eli MST) ja Brucen juoksumattotestillä saatuja maksimaalisia hapenttoarvoja ei testiprotokollien välillä havaittu merkittäviä eroja (Alemdaroğlu ym. 2012).

Stølen ym. (2005) käsittelivät tutkimuksessaan eurooppalaisia jalkapalloilijoita eri sarjatasoilla, jolloin maksimaalisen hapenottokyvyn tulokset vaihtelivat eri liigoissa välillä 50–75 ml/kg/min. Tutkittaessa maksimaalista hapenottokykyä norjalaisilla ammattijalkapalloilijoilla hapenottokyvyksi mitattiin keskimäärin 63,7 ml/kg/min (Wisløff ym. 1998). Myöhemmin norjalaisilla jalkapalloilijoilla mitattiin maksimaaliseksi hapenottokyvyksi keskimäärin 65,7 ml/kg/min ja Espanjan pääsarjatason jalkapalloilijoilla 65,5 ml/kg/min ennen sarjakauden alkua ja 66,4 ml/kg/min kesken kauden (Casajus 2001; Wisløff ym. 2004). Ottelun aikainen hapen kulutus on keskimäärin 70 % maksimaalisesta hapen kulu-  
tuksesta (Mohr ym. 2004; Bangsbo ym. 2006).

Suorituksen kestäessä 1–3 sekuntia 100 % energiana käytetystä adenosiniinifosfaatista (ATP) on tuotettu anaerobisesti. Vielä 10 sekunnin kohdalla 90 % ATP:sta on anaerobisesti tuotettua. (Powers & Howley 2015, 63.) Stølen ym. vuonna 2005 tekemän tutkimuksen mukaan 90 sekunnin välein suoritettava 2–4 sekuntia kestävä maksimaalinen juoksu on riippuvainen juuri anaerobisesta ATP-tuotannosta. Tällöin pääasiallinen energianlähde on ATP-PC-systeemi ja anaerobinen glykolyysi saavuttaa huipputuotannon viiden sekunnin maksimaalisen suorituksen jälkeen (Gastin 2001). Toistuvien korkeaintensiteettisten sprinttien myötä kreatiinifosfaatin resynteesi ei ehdi täysin tapahtua ja kreatiinifosfaatin käyttö energiana vähenee. Tällöin anaerobinen glykolyysi toimii tärkeänä energianlähteenä ja näiden korkeaintensiteettisten toistuvien suorituksien jatkuessa aerobisen aineenvaihdunnan suhteellinen osuus nousee anaerobisen aineenvaihdunnan suhteellisen osuuden vähentyessä. (Maughan & Gleeson 2010.) Laktaattikynnys saavutetaan jalkapalloilijoilla 76,7–90,3 %:n tasolla maksimaalisesta hapenottokyvystä (Stølen ym. 2005). Jalkapalloilijoilla keskimääräinen intensiteetti ottelun aikana on lähellä 75 %:a maksimaalisesta hapenottokyvystä (Maughan & Gleeson 2010, 176).

Intensiteetin ylittäessä 50 % maksimaalisesta hapenottokyvystä alkaa kehoon syntyä happivelkaa (EPOC eli Excess Post-exercise Oxygen Consumption). Tämän myötä suorituksen intensiteetin laskiessa hapenotto ei kuitenkaan laske samassa suhteessa ja keho pyrkii kompensoimaan syntynyttä happivelkaa. Tasavauhtisen suorituksen kestäessä 80 minuuttia ja intensiteetin ollessa 75 % maksimaalisesta hapenottokyvystä hapenotto oli kontrollimitaukseen verrattuna koholla 10,5 tuntia. (Bahr & Sejersted 1991, 837–839.) Myös Gore & Withers (1990, 2365) havaitsivat happivelan kasvavan suorituksen kestäessä pidempään ja intensiteetin noustessa.

## Nopeus

Nopeus kuvastaa sitä, miten nopeasti yksilö pystyy liikkumaan määritellyn matkan. Nopeuden kasvaessa samassa ajassa kuljettu matka on suurempi tai vaihtoehtoisesti saman matkan kulkemiseen vaaditaan vähemmän aikaa. Termi kiihtyvyys kuvaa nopeuden muutosta. Yksilön nopeusominaisuudet ovat lihassolujakauman myötä vahvasti sidoksissa perimään, ja nopeus kuvastaa epäsuorasti hermolihaskäytön kykyä suoriutua lyhytkestoisista liikkeistä

kontrolloidusti. Nopeuteen vaikuttavat useat eri tekijät. Miesten juoksunopeus on noin 10 % parempi naisiin verrattuna, ja se muodostuu askelpituuden ja -tiheyden mukaan. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa yksilön taito sekä koordinaatio, lihasten supistumisnopeus, lihasvoima ja liikkuvuus. Joukkueurheilussa vaaditaan kykyä reagoida nopeasti muuttuviin tilanteisiin, ja siksi nopeus on tärkeänä tekijänä muodostamassa suorituksen perustaa. (Kauranen & Nurkka 2014, 326–329.)

Yksinkertaisimmillaan nopeutta voidaan mitata mittaamalla ennalta määritellyn matkan käytetty aika sekuntikellolla tai valoporteilla. Juoksunopeutta voidaan mitata maksiminopeutena, jolloin testattava on ehtinyt kiihdyttää maksiminopeuteen ennen mittausvälin alkua. Myös kiihtyvyyttä voidaan mitata aloittamalla suoritus paikaltaan. Räjähävällä nopeudella on merkittävä yhteys nopeusvoimaominaisuuksiin (Kauranen & Nurkka 2014, 334–336.)

Ottelun aikana jalkapalloilija suorittaa keskimäärin 17,7 maksimaalista juoksua (nopeus > 23 km/h), joiden pituus on keskimäärin 19,3 m (Di Salvo ym. 2007, 224). Mitattaessa norjalaisten jalkapalloilijoiden juoksuaikoja 10, 20 ja 30 metrin matkalla tulokset olivat 1,82 s, 3,00 s ja 4,0 s (Wisløff ym. 2004). Voimaharjoittelulla voidaan saavuttaa suorituskyvyn parantumista 10 metrin ja 40 metrin pituisilla maksimaalisilla juoksuilla. Puolikyykyssä yhden toiston maksimin parantuessa 23,5 % voidaan saavuttaa kahden prosentin suorituskyvyn parannus maksimaalisissa juoksuissa. (Silva ym. 2015, 13.) Vastustettu lantion nosto näyttäisi olevan tehokkaampi harjoitus juoksunopeuden kehittämiseksi 10 ja 20 metrin matkalla verrattuna etukyykyyn (Contreras ym. 2017). Tutkittaessa suorituskyvyn laskua 30 metrin maksimaalisen juoksun aikana ei löydetty korrelaatiota suorituskyvyn laskun ja jalkapalloilijoiden lihaksen pH:n, lihaksen glykogeenivarastojen tai ATP-varastojen kanssa. Myöskään yhteyttä suorituskyvyn laskun ja verestä mitattujen glukoosin, laktaatin, insuliinin tai vapaiden rasvahappojen välillä ei löytynyt. (Krustrup ym. 2006.)

## Ketteryys

Ketteryys on suurelta osin sidonnainen nopeustaitavuuteen, reaktionopeuteen sekä räjähtävään ja lajikohtaiseen nopeuteen. Lajikohtainen nopeus tarkoittaa lajin kannalta oleellisia nopeusominaisuuksia ja nopeustaitavuus kykyä siirtää nopeusominaisuudet koordinaatiota ja liikkeen hallintaa vaativiin suorituksiin. Räjähtävällä nopeudella tarkoitetaan äärimmäistä ja nopeaa voiman käyttöä yksittäisessä liikkeessä. Yllättäviin tilanteisiin reagoimiseksi vaaditaan myös reaktionopeutta, joka on pitkälti geneettinen mutta myös jonkin verran harjoitettavissa oleva ominaisuus. (Kauranen & Nurkka 2014, 329–330.)

Valioliigassa jalkapalloilija suorittaa keskimäärin 727 käännöstä tai suunnanmuutosta ottelun aikana. Eniten käännöksiä ja poikkeamia laskettiin puolustajilla (822 kpl) ja hyökkääjillä (748 kpl) keskikenttäpelaajien suorittaessa vähiten käännöksiä ja poikkeamia (608 kpl). (Bloomfield ym. 2007.) Suunnanmuutoksen suorituskykyä arvioitaessa tehon ja voiman merkityksen erottaminen teknisistä tekijöistä on hankalaa. Rajallisesta tutkimusnäytöstä huolimatta näyttäisi siltä, että 15 %:n kehitys yhden toiston maksimivoimassa edistäisi suunnanmuutoksen suorituskykyä 1,3 %. Perinteinen vastusharjoittelu näyttäisi saavan aikaan suuremmat muutokset motorisessa suorituskyvyssä, mutta kombinoidulla harjoittelulla suorituskyyn kehittyminen olisi saavutettavissa vähäisemmällä harjoittelumäärällä. (Silva ym. 2015, 14, 18.)

## Voima

Lihaskvoima on lihaksen kykyä tehdä työtä. Lihask jännittyy eli tekee työtä, kun hermostosta saapuu käsky aktivoitua. Lihaskvoiman puute voi olla heikkoutta eli kyvyttömyyttä tuottaa voimaa tai väsymystä eli kyvyttömyyttä ylläpitää voimaa. Voiman alaluokat ovat maksimivoima, nopeusvoima ja kestovoima. Maksimivoima tarkoittaa kykyä tuottaa maksimaalinen lihassupistus, kun taas nopeusvoimassa on kyse mahdollisimman lyhyessä ajassa tuotetusta mahdollisimman suuresta voimasta. Kestovoima kuvaa kykyä ylläpitää tietty voimataso. (Kauranen & Nurkka 2014, 275–277.)

Lihaskvoimaa voidaan tuottaa konsentrisesti, eksentrisesti tai isometrisesti. Tavallisesti liikkeen aikaansaamiseksi tarvitaan useiden lihasten tai lihasryhmien

samanaikaista toimintaa. (Kauranen & Nurkka 2014, 218–219.) Jalkapallossa voimaa tuotetaan konsentrisesti ja eksentrisesti (Ekblom 1986). Jalkapalloilijoiden voimatasoja testataan isokineettisesti tai vapailla painoilla. Isokineettisen testaamisen eduksi voidaan laskea etureiden ja takareiden voimatasojen erittely ja niiden vertailu. Etureiden ja takareiden voimatasoerot on huomiotava vammojen ennaltaehkäisyssä ja kuntoutuksessa. Vapailla painoilla testattaessa pystytään suorittamaan toiminnallisempia testejä ja testaamaan useamman nivelen liikettä, kun isokineettisesti testataan vain yhden nivelen liikettä isoloidusti tietyillä lihaksilla. (Svensson & Drust 2005, 606–607.)

Maksimaalisten juoksujen, hyppyjen, suunnanmuutosten, potkujen ja taklauksien suorittamiseen tarvitaan riittäviä voimaominaisuuksia. Voimalla on tärkeä rooli myös vammojen ennaltaehkäisyssä (Kalapotharakos ym. 2006). Voiman ja tehon harjoittamisen myötä fysiologinen adaptaatio voi johtaa suorituskyvyn ja motoristen tehtävien laadun paranemiseen. Yhden toiston maksimin kehittyessä myös suorituksen taloudellisuus parantuu. Hermolihasjärjestelmän toimintaan liittyvät ominaisuudet, kuten voimantuoton määrä ja räjähtävä voima, näyttäisivät olevan hyviä jalkapalloilijan suorituskyvyn ennustekijöitä. Toiminnallisen suorituskyvyn yhteys näyttäisi olevan merkittävä tehoharjoittelualueella (75–125 % kehon painosta puolikyykyssä), jolloin tehopiikki saavutetaan 45 %:n ja 60 %:n kuormalla yhden toiston maksimaalisesta suorituksesta hyppy- ja puolikyykysuorituksissa. Korkeaintensiteettisellä eli hermostollisella voimaharjoittelulla saadaan tuloksia yhden toiston maksimaaliseen suoritukseen, maksimaaliseen kiihdytykseen, maksiminopeuteen sekä toistohyppyyn. Tällöin suorituskyvyn ylläpitäminen vaatii plyometristä sekä räjähtävää harjoittelua. (Silva ym. 2015, 4, 12.)

Norjalaisilla jalkapalloilijoilla suoritettun tutkimuksen mukaan puolikyykyn tulos jalkapalloilijoilla oli keskimäärin 171,7 kg. Samalla ryhmällä vertikaalihypyn korkeudeksi mitattiin 56,4 cm. Puolikyykyn tulos korreloi merkittävästi hyppytuloksen sekä maksimaalisten juoksujen ajan kanssa. (Wisløff ym. 2004.) Yhden toiston kyykymaksimin kehittyminen keskimäärin 24,4 % johtaa keskimäärin 6,8 %:n kehitykseen esikevennyshypyssä. Korkeaintensiteettinen eli hermostollinen voimaharjoittelu näyttäisi soveltuvan paremmin, kuin keskimääräisellä intensiteetillä suoritettu hypertrofinen harjoittelu, yhdistettäväksi kestävyysharjoitteluohjelman kanssa. (Silva ym. 2015, 13, 23.) Jalkapallo-ottelun jälkeen

hyppysuorituskyky on alentunut 72 tunnin ajan hermolihaskäytännön toiminnan rajoittuneisuuden vuoksi (Thorpe ym. 2015).

### 2.3 Väsymiseen vaikuttavat tekijät

Termi väsymys kuvaa sitä, että keho ei pysty enää tuottamaan tavoiteltua voimaa tai tehoa (Gibson & Edwards 1985, 120). Jalkapallossa väsymys jaetaan hetkelliseen ottelun aikaiseen väsymykseen ja pidempikestoiseen ottelun loppua kohden lisääntyvään väsymiseen (Mohr ym. 2005).

Englannin Valioliigassa keskimääräinen erittäin korkeaintensiteettisestä juoksuista palautumiseen käytetty aika oli 72 s. Ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä havaittiin 15 %:n ero siten, että ensimmäisellä puoliajalla palautumiseen käytettiin keskimäärin 67 s ja toisella puoliajalla 77 s. (Bradley ym. 2009, 163.)

Korkean tason pelaajilla korkeaintensiteettisten juoksujen kokonaismatka laski ottelun viimeisten 15 minuutin aikana 14–45 % suhteessa ensimmäiseen neljään 15 minuutin jaksoon (Mohr ym. 2003, 522.) Bradley ym. (2009) tutkimuksessa Englannin Valioliigassa viimeisellä 15 minuutin jaksolla korkealla intensiteetillä juostun matkan havaittiin olevan 21 % vähäisempi ensimmäiseen 15 minuutin jaksoon verrattuna. Verrattaessa maksimaalisen juoksun matkaa ensimmäisen ja toisen puoliajan välillä havaittiin hyökkääjillä suurin lasku (19 % +/- 5 %) verrattaessa puolustajien (11 % +/- 6 %) ja keskikenttäpelaajien (8 % +/- 4 %) laskuun (Mohr ym. 2003, 525). Myös verrattaessa ottelun ensimmäisen viiden minuutin kovavauhtista juoksua viimeisen viiden minuutin juoksuun juostu matka laski (ensimmäinen 5 min 182 m +/- 65 m, viimeinen 5 min 139 m +/- 50 m). Kaikkien viisi minuuttia kestäneiden jaksosten keskiarvo oli 145 m +/- 20 m, mikä on myös korkeampi kuin viimeisellä viiden minuutin jaksolla juostun matka. (Carling & Dupont 2011.)

## Väsymyksen mittaaminen

Sykkeiden mittaus on yleisin jalkapallossa käytetty fysiologinen mittari, jota voidaan käyttää arvioimaan kehon rasittuneisuutta lepotilassa, suorituksen aikana sekä suorituksen jälkeen. Lepotilassa kehon ollessa rasittuneessa tilassa leposyke kohoaa. Leposykkeestä kehon rasittuneisuutta arvioitaessa tulee suorittaa toistuvia mittauksia ja mittaustuloksia tulee verrata harjoituspäiväkirjaan ja päivittäisiin harjoituskuormituksiin. Sykevälivaihtelun säännöllinen arviointi antaa leposykkeen arviointia luotettavampaa tietoa kehon väsymisen tilasta, ja muutokset sykevälin vaihtelussa voivat viitata kehon kokonaisvaltaiseen rasitustilaan. (Djaoui ym. 2017, 87.)

Jalkapalloilijan rasitustilan päivittäisessä arvioinnissa sykevälivaihtelun on havaittu korreloivan päivittäisen maksimaalisen juoksun kokonaismatkan kanssa normaalin harjoitusviikon aikana ottelukaudella. Maksimaalisen juoksun kokonaismatkalla havaittiin olevan yhteys myös syketasojen palautumiseen, mutta tämä yhteys ei ollut tilastollisesti merkittävä. Sykevälivaihtelun mittaamisella pyritään saamaan tietoa autonomisen hermoston rasittuneisuudesta, ja sen hyödyntämisestä palautumisen mittarina tulisi tehdä lisää tutkimuksia joukkueurheilussa. (Thorpe ym. 2015.) Tällä hetkellä on vain vähän näyttöä sykevälivaihtelun mittaamisen herkkyydestä reagoida päivittäisen kuormituksen vaihteluun joukkueurheilussa. Kestävyysurheilussa on kuitenkin saatu positiivisia viitteitä herkkyyden parantumisesta verrattaessa liukuvaa seitsemän vuorokauden keskiarvoa määriteltynä lähtötasoon silloin, kun päivittäisessä kuormituksessa tapahtuu suurta vaihtelua. (Thorpe ym. 2017.)

Esikevennyshypyn testitulokset näyttäisi antavan viitteitä jalkapalloilijan rasitustilasta ja väsymyksestä, mutta tuloksista saatavan informaation hyöty päivittäisessä käytössä on rajallinen. On hyvin tiedossa, että hermolihasjärjestelmän toiminta hyppysuorituksissa on alentunut 72 tuntia ottelun jälkeen. Koetun väsymyksen säännöllinen arviointi näyttäisi olevan toimiva mittari jalkapalloilijan päivittäisen rasittuneisuuden arviointiin. (Thorpe ym. 2015.)

## Aineenvaihdunnalliset tekijät väsymisen taustalla

Ottelun aikainen lihaksien glykogeenivarastojen tyhjentyminen näyttäisi olevan merkittävänä tekijänä mukana väsymisen taustalla. On osoitettu, että matalilla lihaksen glykogeenipitoisuuksilla otteluun lähtevien pelaajien ottelun aikana kulkema matka on 25 % vähäisempi verrattuna muihin pelaajiin. Lisäksi ottelun matalilla glykogeeniarvoilla aloittavat kävelevät ottelun aikana suhteellisesti merkittävästi enemmän ja suorittavat maksimaalisia juoksuja vähemmän kuin muut pelaajat. (Maughan & Gleeson 2010, 177.) Korkeaintensiteettisen intervallisuorituksen jatkuessa anaerobisen energiantuotannon suhteellinen osuus laskee ja aerobisen suhteellinen osuus nousee, minkä seurauksena sprinttiteho laskee. Anaerobisen energiantuotannon suhteellisen osuuden vähentyminen johtuu todennäköisesti siitä, että PC-järjestelmän resynteesi ei ehdi tapahtua täydellisesti, jolloin kreatiinifosfaattia on vähemmän saatavilla ATP:n uudelleentuotantoon. PC-järjestelmän resynteesi tapahtuu eksponentiaalisesti siten, että täydellisessä levossa varasto täyttyy noin 50 % 30 sekunnin aikana. (Maughan & Gleeson 2010, 179–183.)

Tanskalaisten jalkapalloilijoiden ottelun aikaista sprinttisuorituskyvyn kehitystä testattiin juoksemalla viisi kertaa 30 metriä 25 sekunnin aktiivisella palautumisella. Testi suoritettiin ennen ottelua ja kaksi kertaa ottelun aikana noin 20–30 sekuntia lihasnäytteen ottamisen jälkeen. Sprinttiin keskimäärin käytetty aika kasvoi ottelun lopussa 2,8 % (+/- 0,7 %) ennen ottelua tehtyihin juoksuihin verrattuna. Tällä tuloksen heikentymisellä ei kuitenkaan havaittu olevan yksilöiden välistä korrelaatiota lihaksen laktaattipitoisuuden tai minkään mitatun veri-arvon kanssa (taulukko 4). Myöskään lihaksen happamuudella, glykogeenipitoisuudella tai ATP-pitoisuudella (taulukko 3) ei havaittu olevan yhteyttä testattuun sprinttisuorituskykyyn. Tutkijat pitivät kuitenkin glykogeenivarastojen tyhjentymistä mahdollisena osasyynä alentuneeseen suorituskykyyn ottelun lopussa. Tutkimuksessa todettiin sprinttisuorituskyvyn laskun johtuvan monesta eri tekijästä eikä yksittäisten arvojen muutoksen vaikutuksia voida tarkastella eriytyneesti. (Krustrup ym. 2006.) Myös Mohr ym. (2005) tutkimuksessa todettiin, että lihaksen kreatiinifosfaattipitoisuuden lasku, lihaksen happamuuden lisääntyminen tai lihaksen laktaattipitoisuuden nousu eivät yksinään riitä selittämään ottelun aikaista väsymistä.



Tanskalaisilta jalkapalloilijoilta otetuista lihas- (taulukko 3) ja verinäytteistä (taulukko 4) havaittiin lihaksen glykokeenin, ATP- ja kreatiinifosfaattiarvojen olevan korkeimmillaan ennen ottelua ja matalimmillaan toisen puoliajan intensiivijakson jälkeen. Ottelun jälkeen arvot olivat jo ehtineet kohota, mutta ne olivat vielä selvästi matalalla suhteessa ottelua edeltävään mittaukseen. Intensiivijaksojen jälkeiset lihaksen laktaatti- ja  $H^+$ -pitoisuudet olivat korkeammalla sekä happamuus suurempaa verrattuna ottelua edeltäviin sekä ottelun jälkeisiin arvoihin. Ennen ottelua lihaksen glykokeenivarastojen suuruus oli  $449 \pm 23$  mmol/kg ja 73 % lihassoluista oli täynnä glykokeenia. Ottelun jälkeen glykokeenipitoisuus oli laskenut 42 % ja soluista 19 % oli täynnä glykokeenia. Tyypin 1 ja 2a lihassoluista 46 % havaittiin olevan tyhjiä tai lähes tyhjiä glykokeenista ottelun jälkeen. Vastaavasti tyypin 2x soluista 25 % oli tyhjiä tai lähes tyhjiä. (Krustrup ym. 2006.) Lihasnäytteistä mitatut arvot löytyvät taulukosta 3.

Taulukko 3. Lihaksen vesipitoisuus, ATP, kreatiinifosfaatti, laktaatti, H<sup>+</sup>, pH ja glykogeeni-  
arvot ottelun aikana (Mukaillen: Krstrup ym. 2006)

	Ennen otte- lua	Ottelun jäl- keen	Intensiivijak- son jälkeen ensimmäi- sellä puoli- ajalla	Intensiivijak- son jälkeen toisella puoli- ajalla
Vesipitoisuus (%)	76,0 +/-0,4	78,2 +/-0,7	77,6 +/-0,2	78,8 +/-0,3
Lihaksen ATP (mmol/kg)	26,4 +/-2,3	23,0 +/-0,4	25,6 +/-0,2	22,6 +/-1,0
Lihaksen kreatiinifos- faatti (mmol/kg)	88 +/-2	79 +/- 3	76 +/-3	67 +/-3
Lihaksen lak- taatti (mmol/kg)	4,2 +/-0,5	13,0 +/-1,8	15,9 +/-1,9	16,9 +/-2,3
Lihaksen H <sup>+</sup> (mmol/kg)	57 +/-2	69 +/-2	111 +/-9	86 +/-4
Lihaksen pH	7,24 +/-0,02	7,17 +/-0,01	6,96 +/-0,03	7,07 +/-0,02
Lihaksen gly- kogeeni (mmol/kg)	449 +/-23	255 +/-22	296 +/-23	241 +/-16

Veriarvoja seuraamalla saadaan myös tietoa jalkapalloilijoiden räsitus-tilasta. Veren laktaattipitoisuus nousee harjoituksen intensiteetin mukana, ja mittaus tulisi suorittaa kolmen minuutin sisällä harjoituksen päättymisestä. Veren kreatiinikinaasipitoisuuden (CK) nousu viittaa kohonneeseen lihaskudoksen hajoamiseen. CK-pitoisuus nousee harjoituskauden kuormitustason noustessa ja vaihtelee näin ollen harjoituskausien välillä. Kreatiinipitoisuuden kasvu viittaa kreatiinivarastojen pienenemiseen, mutta tähän voi vaikuttaa myös kreatiinin käyttö lisäravinteena. Mittauksissa ei tulisi kiinnittää liiallista huomiota

kreatiniinipitoisuuksiin. Kuormituksen seurannan näkökulmasta myöskään rasvahappojen mittaaminen kauden mittaan ei ole erityisen olennaista. (Djaoui ym. 2017, 89–90.)

Laktaatti heikentää lihassolujen depolarisaatiota (Vincenzo de Paoli ym. 2010, 4785–4794). Se toimii myös sydämen ja aivojen tärkeänä energianlähteenä kovan rasituksen aikana ja estää  $\text{Ca}^{2+}$ -ionien vapautusta solukalvolta (Maughan & Gleeson 2010, 191; van Hall ym. 2009). Keho pystyy muuttamaan laktaattia glukoosiksi ja kierrättämään sen uudelleen lihaksille energiaksi (Brooks 2009, 5591–5600). Korkeat laktaattipitoisuudet valmistelevat lihaksien adaptoitumista rasittavaan suoritukseen sekä kovan rasituksen aikana lisäävät mitokondrioiden tuotantoa. Mitokondrioiden korkea määrä lihas soluissa parantaa lihaksen kykyä polttaa laktaattia ja muita polttoaineita energiaksi (Hashimoto ym. 2007).

Tanskalaisilla jalkapalloilijoilla veren laktaatin lepopitoisuus oli keskimäärin 0,9 mmol/l ja viiden minuutin pelaamisen jälkeen 6,7 mmol/l, mikä oli korkeampi pitoisuus kuin ottelun päättyessä. Ottelun aikainen laktaattiikki oli 7,9 mmol/l. Veren ja lihaksen laktaattipitoisuuksien välillä ei ollut korrelaatiota, mikä tulisi ottaa huomioon tutkittaessa veren laktaattipitoisuuksia jalkapalloilijoilla. Veren glukoosipitoisuus nousi lepoarvosta (4,5 mmol/l) ollen korkeimmillaan (6,1 mmol/l) ensimmäisen intensiivijakson jälkeen. Vapaat rasvahapot (FFA) veressä lisääntyivät 1,5-kertaiseksi ensimmäisen puoliajan jälkeen ja kolminkertaiseksi toisen puoliajan jälkeen. Mitatut veriarvot ottelun eri vaiheissa on kuvattu taulukossa 4. (Krustrup ym. 2006).

Taulukko 4. Veriarvot ennen ottelua, ottelun aikana ja ottelun jälkeen (Krustrup ym. 2006)

	Levossa	Ensim- mäisen puo- liajan in- tensiivi- jakson jälkeen	Ensim- mäisen puo- liajan jäl- keen	Ennen toista puoliai- kaa	Toisen puo- liajan in- tensiivi- jakson jälkeen	Toisen puo- liajan jäl- keen
Veren laktaatti (mmol/l)	1,3 +/- 0,1	6,0 +/- 0,4	4,1 +/- 0,4	2,1 +/- 0,2	5,0 +/- 0,4	3,9 +/- 0,4
Veren glukoosi (mmol/l)	4,5 +/- 0,1	6,1 +/- 0,3	5,4 +/- 0,4	4,1 +/- 0,2	5,3 +/- 0,3	4,9 +/- 0,2
Plasman vapaat rasvaha- pot (FFA) ( $\mu$ mol/l)	390 +/- 57	555 +/- 74	671 +/- 95	1066 +/- 193	740 +/- 75	1365 +/- 111
Plasman glyseroli ( $\mu$ mol/l)	81 +/-29	185 +/- 29	-	-	234 +/- 40	-
Plasman NH <sub>3</sub> ( $\mu$ mol/l)	59 +/-7	203 +/- 16	193 +/- 19	128 +/- 15	217 +/- 20	199 +/- 21
Plasman K <sup>+</sup> (mmol/l)	3,9 +/- 0,0	4,9 +/- 0,1	4,6 +/- 0,1	4,2 +/- 0,1	4,8 +/- 0,1	4,3 +/- 0,1
Plasman insuliini ( $\mu$ mol/l)	15,2 +/- 2,0	7,4 +/- 0,5	-	-	6,0 +/- 0,9	-

Ottelun aikaisen hetkellisen väsymisen taustalla glykokeeni- ja kreatiinifosfaattivarastoja tärkeämpänä tekijänä pidetään lihaksen ionitasapainon muutoksia (Maughan & Gleeson 2010, 189). Solutasolla lihaksen solukalvon kyky ylläpitää  $\text{Na}^+$ - ja  $\text{K}^+$ -tasoja voi heikentyä toistuneen suorituksen myötä, mikä taas heikentää suorituskkyä (Sejersted & Sjogaard 2000). Korkea laktaattipitoisuus inhiboi  $\text{Ca}^{2+}$ -ionin vapautusta solukalvolta (Maughan & Gleeson 2010, 191). Sarkomeerissa täytyy olla riittävästi  $\text{Ca}^{2+}$ :ta, jotta aktiini- ja myosiinifilamenttien mekaaninen kiinnittyminen ja sen myötä lihaksen jännittyminen mahdollistuu. Tähän aktiinin ja myosiinin kiinnittymiseen ja liukumiseen vaaditaan ATP:ta energiaksi. (Appell ym. 1992.) Korkean intensiteetin lihasjännityksessä vahvasti yhteen liittyneiden aktiinin ja myosiinin sidoksien kyky tuottaa voimaa laskee fosfaatti- ja vetyionipitoisuuksien kasvun myötä. Erityisesti nopeilla lihassoluilla voiman tuotto laskee vahvojen aktiini- ja myosiinifilamenttien välisen sidosten vähenemisen myötä. Vetyionien lisääntymisen myötä pH-tasot laskevat ja ADP:n vapautuminen hidastuu. Fosfaatti- ja vetyionipitoisuuksien kasvun myötä myös lihassolujen kalsiumherkkyys vähenee, mikä korostuu lämpötilan noustessa. (Fitts 2008, 556–557.) Monovetyfosfaatti-ionien ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) lisääntyminen on yhdistetty vahvasti lihasväsymykseen, ja näyttäisi siltä, että maksimaalisen lihasjännityksen jälkeen  $\text{HPO}_4^{2-}$ -tasot palautuvat nopeammin lepotasolle kuin vetyionipitoisuudet.  $\text{HPO}_4^{2-}$ -pitoisuus korreloi maksimaalisen lihasjännityksen palautumiseen paremmin kuin vetyionipitoisuus. (Maughan & Gleeson 2010, 190.)

### **Hermosto väsymisen taustalla**

Keskushermosto voi olla mukana väsymisessä silloin, kun motorisia yksiköitä pystytään rekrytoimaan vähemmän tai samaa määrää motorisia yksiköitä kyetään käskyttämään harvemmin (Edwards 1981, 6). Keskushermoston merkityksestä väsymiseen on ristiriitaisia tutkimustuloksia. Merton (1954, 557–558) vertasi väsytytyssä lihaksessa tahdonalaista maksimaalista voimaa ulkoisella sähköisellä impulssilla tuotettuun voimaan, eikä eroa havaittu. Tämä tukee ajatusta siitä, että rajoittavana tekijänä on jokin muu tekijä kuin keskushermosto.

Toisaalta Asmussen ja Mazin havaitsivat tutkimuksessaan (1978b) suorituskyvyn paranevan passiiviseen lepoon verrattuna, kun 30 kertaa toistetun väsyttävän painojen nostelun jälkeen suoritetaan jotakin keskushermostoa harhauttavaa toimintaa, kuten älyllisiä tehtäviä tai väsyttämättömien lihasten aktivaatiota. Asmussen ja Mazin (1978a) havaitsivat myös, että suorituskyky parani avaamalla silmät, kun ensin oli tehty suoritus väsymykseen asti silmät suljettuina. Harhauttavan toiminnan ajatellaan inhiboivan väsymystä aistivilta reseptoreilta lähtevän tiedon kulkua keskushermostoon.

Ulmer (1996) esitti, että periferisistä elimistä ja lihaksista saatava aineenvaihdunnallinen tieto, lihasten toiminnallinen kapasiteetti ja aiempi kokemus vaikuttavat keskushermoston lähettämään signaaliin suorituksen edetessä. Ne säätelevät suorituskykyä ottaen huomioon oletetun suorituksen päättymisajan. Myöhemmin Hampson ym. (2001) esittivät, että harjoituksen suorittamiseen vaadittava intensiteetti säädellään aiempaan kokemukseen pohjaten biomekaanisten ja aineenvaihdunnallisten rajojen sisällä. Suorituksen jälkeen motoristen yksiköiden EMG-aktiivisuus näyttää pysyvän matalammalla tasolla 24 tuntia. Aivojen kuormittumista ja palautumista intervallityyppisestä kuormittamisesta ei vielä riittävästi ymmärretä, mutta on selvää, ettei suorituskyvyn lasku johdu pelkästään periferisistä tekijöistä, kuten glykogeenipitoisuuden laskusta ja nestetasapainon häiriöistä. Vaikuttaa siltä, että poikkeavissa olosuhteissa, kuten korkeassa ilmanalassa tai kuumissa olosuhteissa, keskushermoston merkitys väsymisessä on suurempi ja myös keskushermoston palautumiseen tulisi kiinnittää huomiota. (Minett & Duffield 2014.)

## 2.4 Ravitsemus

Ravitseminen on tärkeä osa palautumista. Oikealla ruokavaliolla ja riittävällä nesteytyksellä pyritään nopeuttamaan urheilu suorituksista palautumista mahdollisimman nopeasti sekä maksimoimaan harjoittelusta saatava hyöty. Tyypillinen energiankulutus harjoituksissa tai peleissä ammattitason jalkapalloilijoilla on noin 6 MJ eli 1 500 kcal päivässä miehillä ja noin 4 MJ eli 1 000 kcal naisilla. Suositeltu hiilihydraattien saanti jalkapalloilijoilla on 8–10 g/kg harjoituskaudesta riippuen. Ruokavalion tulisi myös sisältää riittävästi proteiinia kehittymisen ja palautumisen optimoimiseksi. (FIFA 2010.) Päivittäinen proteiinin saanti tulisi olla jalkapalloilijoilla 1,5 g/kg (Shephard 1999).

Vastusharjoittelusta palautumista tutkittaessa on havaittu, että lihaskudoksen proteiinisynteesin maksimoimiseksi proteiinia tulisi annostella riittäviä annoksia sopivin väliajoin harjoittelun jälkeen. 12 tunnin seurannassa kolmen tunnin välein nautittu 20 g:n proteiiniannos oli vaikuttavampi kuin 1,5 tunnin välein nautittu 10 gramman annos tai kuuden tunnin välein nautittu 40 gramman proteiiniannos. (Areta ym. 2013.)

Ottelua tai harjoittelua edeltävän ruuan tarkoitus on maksimoida maksan ja lihaksen glykogeenivarastot sekä nesteen määrä, jättää pelaajalle mukava (ei liian täysinäinen tai nälkäinen) olo sekä varmistaa luottavainen sekä valmis olo tulevaan suoritukseen. Jokaisen yksilön ruuan ja nesteen määrän tarve on henkilökohtainen ja erilainen. Useimmat pelaajat ovat omaksuneet korkeahiilihydraattisen, vähärasvaisen aterian, mutta joidenkin tapaa syödä runsasproteiinista ja runsasrasvaista ateriaa on vaikea muuttaa. Tärkeintä kuitenkin ottelua edeltävässä ateriasa on, että sen kokee itselleen hyväksi ja riittäväksi. (Burke & Cox 2010, 431.) Ottelun aikaisesta hiilihydraattitankkauksesta voi olla hyötyä erityisesti silloin, kun otteluiden välinen palautumisaika on rajallinen ja maksan ja lihaksien glykogeenivarastot ovat jääneet vajaiksi. Toistosprinttien välinen kreatiinifosfaattijärjestelmän palautuminen näyttäisi olevan nopeampaa silloin, kun käytetään kreatiinia lisäravinteena. Noin 30 %:lla keho ei kuitenkaan pysty vastaanottamaan kreatiinia, jolloin he eivät myöskään hyödy kreatiinista lisäravinteena. (Maughan & Gleeson 2010, 192.)

Ravinnolla ja nesteytyksellä on tärkeä rooli urheilupäilyssä niin henkisen kuin fyysisen suorituskyvyn kannalta. Palautumisen kannalta tärkeää on kiinteän tai nestemäisen hiilihydraatin nauttiminen ensimmäisen tunnin sisällä suorituksen jälkeen glykogeenin palautumisprosessin nopeuttamiseksi. Näyttäisi siltä, että tankkaamisessa noin 1 g hiilihydraattia kehonpainokiloa kohden on riittävä määrä maksimoimaan sen hyödyt. Jos halutaan säilyttää tämä hyöty, tulisi nauttia hiilihydraattia saman verran tunneittain seuraavan neljän tunnin ajan palautumisen aikana, jonka jälkeen voidaan palata normaaliin ateriaritmiin. (Burke & Cox 2010, 156.) Riittävä hiilihydraattipitoisen ravinnon ja nesteen tankkaaminen voi myös vähentää ottelusta sekä harjoituksesta tulevia negatiivisia lihasväsymyksen vaikutuksia. Muutaman tunnin jälkeen ras- kaasta suorituksesta myös kehon immuunijärjestelmän toiminta heikentyy hetkellisesti, mikä voi altistaa sairauksille. Hiilihydraattien tankkaaminen vähentää

immuunijärjestelmän toiminnan heikentymistä. (FIFA 2010.) Mikäli hiilihydraattitankkaukseen ei kiinnitetä riittävää huomiota ja otteluita on kaksi kertaa viikossa, on mahdollista, etteivät glykogeenivarastot ehdi täyttyä otteluiden välillä (Maughan & Gleeson 2010, 192).

Vaikka nestettä nautittaisi optimaalisesti ennen urheilupäivää, mitä todennäköisimmin sen jälkeen on jonkinasteinen nestevajaus. Suorituksen jälkeisessä nestevajauden korjaamisessa voi olla 4–24 tunnin viive ennen kuin nestetasapaino on saavutettu. Nestetasapainon saavuttamiseen ei yksistään vaikuta se, kuinka paljon juomme harjoituksen jälkeen, vaan kuinka paljon keho pystyy säilyttämään ja jakamaan vettä uudelleen kehon sisällä. Normaalitilanteessa jano muistuttaa meitä juomaan säilyttääksemme nestetasapainon, mutta kovan harjoituksen tai kilpailun aikana janon tunne ei välttämättä ohjaa juomaan tarpeeksi. (Burke & Cox 2010, 150.)

### **3 PALAUTUMINEN JALKAPALLOSSA**

Palautumisella tarkoitetaan urheilupäivän jälkeistä kehon, mielen sekä voiman normalisoitumista urheilupäivästä edeltävälle tasolle. Palautumisen vaatima aika voi vaihdella huomattavasti suorituksen laadusta ja intensiteetistä riippuen. Luokiteltaessa palautuminen kolmeen luokkaan voidaan puhua välittömästä palautumisesta yksittäisen suorituksen jälkeen, lyhytkestoisesta palautumisesta esimerkiksi vastusharjoittelun tai intervalliharjoituksen sarjojen välillä ja kokonaisten harjoitusten välisestä palautumisesta. (Bishop ym. 2008, 1016.)

Pitkäkestoinen korkea kuormitustaso voi johtaa väsymiseen tai loukkaantumiseen ja sen myötä vaikuttamattomiin harjoitusjaksoihin ja epäonnistuneeseen suorituskäytännön kehittymiseen sekä yksilön että joukkueen näkökulmasta (Morgans ym. 2014, 252). Hetkellinen liian korkea kuormitustaso ja puutteellinen palautuminen johtaa lyhytaikaiseen suoritustason laskuun. Tällöin urheilija voi kokea lihaskipua ja alentunutta liikkuvuutta, voimatasot voivat olla alentuneet ja veren laktaattipitoisuudet voivat nousta normaalia korkeammalle. Harjoitusperäinen lihaksien mikrotrauma johtaa alentuneeseen glykogeenivarastojen täydentymiseen. Mikäli lyhytaikaiseen liialliseen kuormitustasoon ei reagoi



levolla vaan kuormitustaso säilyy edelleen liian korkeana, voi urheilijalle kehittyä krooninen ylirasitustila. Tällöin oireita ovat muun muassa suoritustason lasku, lihasheikkous, kohonnut syke nukkuessa ja aamuisin, ruokahaluttomuus, krooninen väsymys ja lihaskipu, toistuvat infektiot, unihäiriöt, kohonnut koettu rasitustaso harjoittelussa ja alentunut motivaatio. Veren stressihormonitasot voivat kohota, urheilija voi kokea masennusta, ja valkosolujen kyky reagoida infektioita vastaan heikkenee. Mikään yksittäinen mittari ei kerro kroonisesta ylirasitustilasta, vaan tilannetta arvioitaessa tulee huomioida aina useampi tekijä. Lyhytaikaisesta ylirasitustilasta palautuu yleensä muutamissa päivissä, kun kroonisen pitkään kestäneen ylirasitustilan palautuminen voi kestää useita viikkoja tai kuukausia. Altistavia tekijöitä ylirasitukselle ovat liiallisen harjoittelun lisäksi työ ja stressi. (Maughan & Gleeson 2010, 253–255.)

Harjoittelu ottelukaudella ohjelmoidaan otteluiden ehdoilla riippuen otteluiden määrästä ja rytmityksestä. Esimerkit yhden ja kahden ottelun viikkojen rytmityksestä on kuvattu taulukossa 5. (Ks. Bangsbo ym. 2006).

Taulukko 5. Viikko-ohjelmointi, kun pelataan yksi tai kaksi ottelua viikossa (Bangsbo ym. 2006)

Päivä	Yksi ottelu viikossa	Kaksi ottelua viikossa
Sunnuntai	Ottelu	Ottelu
Maanantai	Vapaa	Matala-/keskitason intensiteettinen aerobinen 30 min Voima 30 min
Tiistai	Lämmittely 15 min Tekninen/taktinen 30 min Korkeaintensiteettinen aerobinen 23 min Peli 15 min	Lämmittely 15 min Tekninen/taktinen 30 min Korkeaintensiteettinen aerobinen 10 min Peli 15 min
Keskiviikko	Aamu Voima 60 min  Iltapäivä Lämmittely 15 min Tekninen/Taktinen 30 min Nopeuskestävyys 20 min	Ottelu
Torstai	Lämmittely 15 min Tekninen/Taktinen 30 min Peli 30 min	Matala-/keskitason intensiteettinen aerobinen 40 min Voima 30 min
Perjantai	Lämmittely/Tekninen 25 min Nopeusharjoitus (pitkä) 20 min Korkeaintensiteettinen aerobinen 18 min	Lämmittely/Tekninen 25 min Nopeusharjoitus (pitkä) 10 min Korkeaintensiteettinen aerobinen 20 min
Lauantai	Lämmittely/Tekninen 25 min Nopeusharjoitus (lyhyt) 20 min Peli 30 min	Lämmittely/Tekninen 25 min Nopeusharjoitus (lyhyt) 20 min Peli 30 min
Sunnuntai	Ottelu	Ottelu

Veikkausliigajalkapalloilijoiden palautumista arvioitiin kolmen ottelun viikolla ja yhden ottelun viikolla suorituskyvyn, veriarvojen ja koetun palautumisen osalta. Mittaukset suoritettiin 72 tuntia viikon viimeisen ottelun jälkeen. Sprinttisuorituskyvyn, kyykkyhypyn ja esikevennyshypyn suorituskvyissä ei havaittu eroja tutkimusjakson aikana yli ja alle 260 minuuttia pelanneiden jalkapalloilijoiden välillä ottelurytmyksiä verrattaessa. Enemmän pelanneiden suorituskvymittaukset olivat kautta linjan parempia vähemmän pelanneisiin verrattuna, mutta koettu lihasarkuus oli kuitenkin suurempaa ja koettu palautuminen heikompaa kolmen ottelun viikolla. Enemmän pelanneiden plasman urea oli 24 % korkeampi, ja viidellä pelaajalla seitsemästä kreatiikinaasipitoisuudet olivat merkittävästi koholla kolmen ottelun viikkorytmyksellä. Myös yli 260 minuuttia pelanneiden veren kortisolipitoisuus oli koholla kolmen ottelun viikkorytmyksellä. Vaikka kolmen ottelun viikkorytmyksellä suorituskvymittauksissa ei havaittu eroja ja valtaosa mitatuista veriarvoista oli ehtinyt palautua 72 tunnin aikana viimeisen ottelun jälkeen, todettiin tutkimuksessa palautumisprosessin olevan vielä kesken 72 tuntia viimeisen ottelun jälkeen. Tiiviillä otteluohjelmalla tulisi panostaa ravitsemuksellisiin tekijöihin ja spesifit palautumismenetelmät tulisi huomioida samalla välttämällä korkeaintensiteettisiä harjoituksia. (Lundberg & Weckström 2017.)

Myös henkisen väsymyksen vaikutus on huomioitava jalkapallossa. Henkisen väsymyksen on havaittu heikentävän sekä Yo-Yo Intermittent Recovery -testillä testattua jaksottaisen juoksun suorituskvyyä että syöttö- ja laukaus suorituskvyyä jalkapallossa. (Smith ym. 2015.)

#### **4 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS**

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Laadukkaasti toteutetut systemaattiset kirjallisuuskatsaukset toimivat näyttöön perustuvan tiedon kulmakivinä. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus vastaa tarkasti määriteltyyn tutkimuskysymykseen pohjaten tiedon useisiin tieteellisesti luotettaviin tutkimuksiin. (Elomaa & Mikkola 2008, 20.) Näiden tutkimusten menetelmällinen laatu tulee selvittää, että jokainen yksittäinen tutkimus saa sille kuuluvan arvon (Metsämuuronen 2000, 22).

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on itsenäinen tutkimus, jossa kerätään valikoituneesta aiheesta tietoa mahdollisimman laajasti jo tehdyistä tutkimuksista. Tärkeinä tekijöinä tutkimusprosessissa ovat toistettavuus ja virheettömyys. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 46.)

Systemaattista kirjallisuuskatsausta ja sen tekemistä ohjaa täsmällinen tutkimussuunnitelma, missä määritellään tutkimuskysymykset. Tutkimuksella etsitään vastauksia näihin tutkimuskysymyksiin, ja ilman huolellisesti aseteltuja tutkimuskysymyksiä ei voida löytää vastauksia. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 47.) Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on tutkia, millä keinoilla palautumiseen jalkapallossa voidaan vaikuttaa ja miten eri palautumismenetelmien vaikuttavuudet eroavat toisistaan.

Alkuperäistutkimuksia arvioitaessa tulee kiinnittää huomiota tutkimuksen antaman tiedon luotettavuuteen ja samalla arvioida alkuperäistutkimuksen kliinistä merkitystä ja tulosten tulkintaa (Kontio & Johansson 2007, 101). Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa luotettavuutta lisää kattava viiden tietokannan käyttö hakuja tehdessä.

#### **4.1 Tutkimuskysymykset**

Hyvä tutkimuskysymys on selkeästi muotoiltu, informaatiota tuottava ja yksikäsitteinen. Vastauksen tulisi olla kuvaava, selittävä, täsmentävä, aiempaa tietoa korvaava, ennustava tai luokitteleva. (Metsämuuronen 2000, 13.) Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Millä menetelmillä palautumiseen voidaan vaikuttaa jalkapallossa?
2. Miten eri palautumismenetelmien vaikuttavuudet eroavat toisistaan?

#### **4.2 Hakutermien valinta**

Tiedonhakuprosessin tärkein vaihe on hakutermien valinta. Apuna voi käyttää asiasanastoja, jotka auttavat tiedon hakemisessa oikeilla käsitteillä ja termeillä. Mahdollisia laajempia ja suppeampia hakutermejä sekä synonyymejä ja rinnakkaistermejä tulee myös miettiä. (Elomaa & Mikkola 2008, 35.)

Käytetyistä tietokannoista koehaut suoritettiin marraskuussa 2017 hakutermeillä "recovery", "recovery protocol", "recovery method", "fooball", "soccer", "match" ja "fatigue". Termeillä "recovery protocol" ja "recovery method" ei saavutettu tutkimusten parempaa kattavuutta kuin pelkällä "recovery" termillä ja "match" todettiin liian rajaavaksi, sillä se rajasi pois tutkimuksia, joissa käsitellään jalkapalloharjoituksista palautumista. Käytettäessä hakukoneiden automaattisia rajoja sukupuolen mukaan havaittiin tutkimusten laadun kärsivän ja haun ulkopuolelle jäävän paljon systemaattisia kirjallisuuskatsauksia sekä meta-analyysyjä. Aikarajauksena käytettiin julkaisupäivää vuonna 2007 tai myöhemmin. Koehaun perusteella tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen lopulliset hakutermit ovat "football", "soccer", "recovery" ja "fatigue". Valituilla hakutermeillä suoritettun koehaun tulokset on kuvattu liitteessä 1.

#### **4.3 Tutkimusten sisäanotto- ja poissulkukriteerit**

Tutkimusten valintakriteereiden tulee olla johdonmukaiset ja tarkoituksenmukaiset aiheen kannalta. Ne tulee kuvata täsmällisesti ja tarkasti. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 48.)

Tässä tutkimuksessa on seuraavat sisäanottokriteerit:

- Tutkimuksen tulee käsitellä palautumisen edistämiseen käytettyjä menetelmiä jalkapallon pelaajilla otsikon tai abstraktin perusteella.
- Tutkimuksen tulee olla englanninkielinen.
- Tutkimuksen tulee olla julkaistu vuosina 2007–2017.

Tässä tutkimuksessa poissulkukriteereitä ovat

- naisilla suoritettut tutkimukset
- tutkimukset, jotka käsittelevät amerikkalaista tai australialaista jalkapalloa
- tutkimukset, jotka käsittelevät para-urheilua

#### **4.4 Hakujen toteutus**

Hakujen toteutus on kriittinen vaihe systemaattisen kirjallisuuskatsauksen onnistumisen kannalta. Hakuprosessissa tehdyt virheet johtavat tutkimuksen tuloksia harhaan ja lisäävät aiheesta tehtyjen julkaisujen epäluotettavuutta. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49.)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto haettiin Science Direct-, Pub-Med-, Google Scholar-, ProQuest Central- ja SPORTDiscus-tietokannoista. Tutkimukseen hyväksyttiin englanninkieliset tutkimukset. Hakusanoina käytettiin termejä football, soccer, fatigue ja recovery.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen varsinaiset haut aloitettiin 10.11.2017 Science Direct- ja Google Scholar -tietokannoista. PubMediin haku suoritettiin 13.11.2017. ProQuest Central- ja SPORTDiscus -haut suoritettiin 28.11.2017. Aikarajauksena käytettiin 10 vuoden rajausta ja vain vertaisarvioituja tutkimuksia. Löydetyt tutkimukset tietokannoittain on kuvattu taulukossa 6.

Taulukko 6. Hauissa löydetyt tutkimukset tietokannoittain

Tietokanta	Hakutermit	Löydetyt tutkimukset
Google Scholar	football OR soccer, recovery, fatigue	16
ProQuest Central	football OR soccer, recovery, fatigue	101
PubMed	football, OR soccer, recovery, fatigue	132
Science Direct	football OR soccer, recovery, fatigue	17
SPORTDiscus	football OR soccer, recovery, fatigue	96

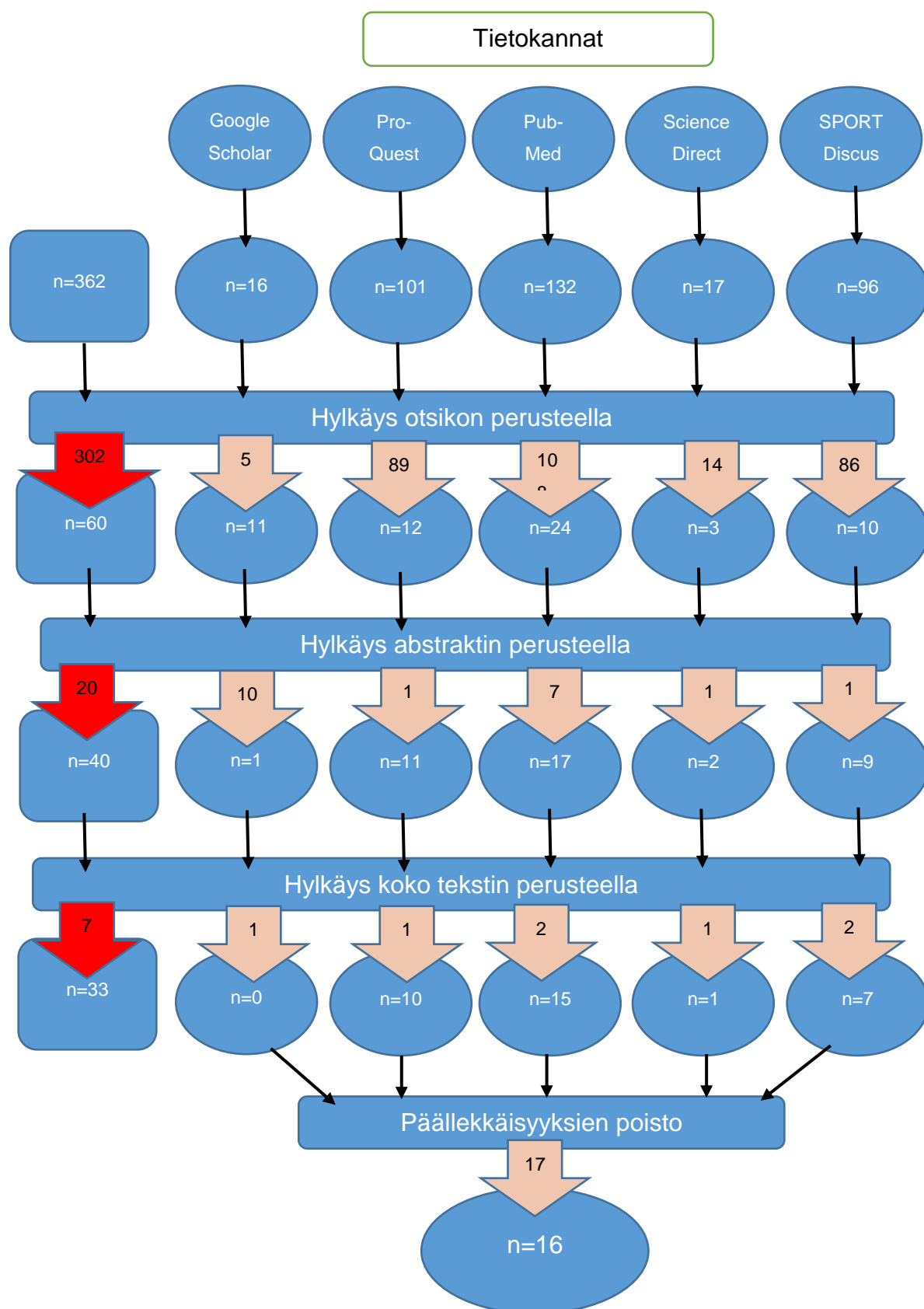
Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen hyväksyttävät ja siitä poissuljettavat tutkimukset valitaan valintakriteereiden mukaan vaiheittain ensin otsikkotasolla ja sen jälkeen abstraktin ja koko tekstin tasolla (Stolt & Routasalo 2007, 59). Taulukossa 7 on kuvattu hakusanat tietokannoittain sekä vaiheittain hyväksytyt ja hylätyt tutkimukset.

Taulukko 7. Käytetyt tietokannat ja tutkimuksien hylkääminen eri vaiheissa

Tieto- kanta	Hakusa- nat	Tulok- sia yh- teensä	Otsikon perus- teella hylätyt	Abstrak- tin pe- rusteella hylätyt	Koko tekstin perus- teella hylätyt	Hyväk- sytyt tut- kimukset
Google Scholar	football OR soc- cer, recovery, fatigue	16	5	10	1	0
ProQuest Central	football OR soc- cer, recovery, fatigue	101	89	1	1	10
Pubmed	football, OR soc- cer, reco- very, fati- gue	132	108	7	2	15
Science Direct	football OR soc- cer, recovery, fatigue	17	14	1	1	1
SPORT- Discus	football OR soc- cer, recovery, fatigue	96	86	1	2	7

Määritellyillä hakutermeillä löydettyjä tutkimuksia oli yhteensä 362, joista otsikon perusteella hylättiin 302 tutkimusta. Jäljelle jääneiden 60 tutkimuksen abstraktit luettiin ja tämän perusteella hylättiin 20 tutkimusta. Yhden tutkimuksen osalta koko tekstiä ei saatu tietokantojen puitteissa. Kyseisen tutkimuksen kaikkia tutkijoita pyrittiin tavoittamaan tekstin saamiseksi siinä kuitenkin onnistumatta, joten yksi tutkimus jäi systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ulkopuolelle koko tekstin saatavuusongelman vuoksi. 39 tutkimusta luettiin kokonaan, jolloin hylättiin koko tekstin perusteella vielä kuusi tutkimusta lisää. Päällekkäisiä tutkimuksia eri tietokannoista poistettiin 17, jolloin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto muodostui 16 tutkimuksesta. (Kuva 1.)





Kuva 1. Haetut tutkimukset tietokannoittain sekä tutkimuksien hylkäys ja hyväksyminen vaiheittain

## 4.5 Sisällönanalyysi

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tutkimukset käytiin järjestelmällisesti läpi sisällönanalyysin keinoin vaiheittain. Liitteessä 2 on kuvattu systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen lopullisesti valikoituneet tutkimukset, tutkimusaiheet ja niiden tulokset. Ensimmäisellä lukukerralla systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen mukaan otettavista tutkimuksista merkittiin tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kannalta merkitykselliset kohdat sekä taulukoitiin merkittävät tutkimuslöydökset (liite 2). Tutkimuslöydökset luokiteltiin palautumismenetelmän mukaan (taulukko 8) ja löydökset raportoitiin tutkimustuloksiin. (Ks. Tuomi & Sarajärvi 2002, 93–95.)

Taulukko 8. Aineistossa esiintyneet palautumismenetelmät ja tutkimusten määrä

Aineistossa esiintyneet palautumismenetelmät	Tutkimusten määrä
Matalatasoinen laserterapia	3
Vesihoito	6
Uni	4
Ravitsemus	5
Aktiivinen palautuminen	4
Venyyttely	1
Hieronta	2
Kompressioasusteet	2
Elektrostimulaatio	3

Tutkimuslöydösten luokittelun lisäksi tutkimukset luokiteltiin tutkimuskysymysten mukaan. Luokittelussa huomioitiin, löytyikö kyseisestä tutkimuksesta vastaus tutkimuskysymykseen yksi, kaksi vai molempiin kysymyksiin (taulukko 9).

Taulukko 9. Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoituneet tutkimukset ja merkittynä x, mihin tutkimuskysymykseen vastaa

Tekijä(t), tutkimus ja vuosi	Tutkimusky- symys 1.	Tutkimusky- symys 2.
Meyer ym. 2014.	x	x
De Nardi ym. 2011.	x	x
Spaccarotella & Andzel 2011.	x	x
Gilson ym. 2010.	x	x
Rey ym. 2012.	x	x
Rowsell ym. 2011.	x	x
Rowsell ym. 2009.	x	x
Naclerio ym. 2015	x	x
Bieuzen ym. 2012.	x	x
Robey ym. 2014.	x	x
Vanin ym. 2016.	x	
Dos Reis ym. 2014.	x	x
De Oliveira ym. 2017.	x	
Nédélec ym. 2015.	x	
Mika ym. 2016.	x	x
Nédélec ym. 2013.	x	x

## 5 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa oli mukana 16 tutkimusta. Näistä tutkimuksista kolme oli kirjallisuuskatsauksia ja 13 alkuperäistutkimuksia. Aineiston tutkimukset käsittelivät matalatasoista laserterapiaa, vesihoitoja, unta, ravitsemusta, aktiivista palautumista, venyttelyä, hierontaa, kompressioasusteita sekä elektrostimulaatiota. Vain kaksi tutkimusta käsitteli suoraan ottelutapahtumista palautumista muiden käsitellessä harjoituksista tai testiolo-suhteista palautumista.

## 5.1 Millä menetelmillä palautumiseen voidaan vaikuttaa jalkapallossa?

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston kaikki 16 tutkimusta antavat osaltaan vastausta siihen, kuinka palautumiseen jalkapallossa voidaan vaikuttaa. Aineistosta on erotettavissa yhdeksän erilaista palautumismenetelmää passiivisen palautumisen lisäksi.

### Vesihoido

Vuonna 2013 julkaistun katsauksen mukaan (Nédélec ym.) kylmävesiupotus ja vaihtolämpövesiupotus ovat yleisimmät ranskalaisten ammattilaisjalkapallojoukkueiden käyttämät palautumismenetelmät. Kylmävesiupotus näyttäisi olevan ylivoimainen palautumismenetelmä verrattuna kuumavesiupotukseen, vaihtolämpövesiupotukseen ja passiiviseen palautumiseen verrattuna. Kylmävesiupotuksen 9–10-asteiseen veteen 10–20 minuutin ajaksi on osoitettu vaikuttavan anaerobiseen suorituskyykyyn, maksimaaliseen voimaan, sprinttisuorituskyykyyn ja esikevennettyyn hyppyyyn. Lisäksi hyötyjä saavutetaan viivästyneeseen lihaskipuun sekä lihaksen kreatiinikinaasi- ja myoglobiinipitoisuuksiin. Vaikutuksen esitetään perustuvan nimenomaan veden lämpötilaan enemmän kuin hydrostaattiseen paineeseen.

Toisin kuin Nédélec ym. (2013) Meyer ym. (2014) esittävät kylmävesiupotuksessa hydrostaattisen paineen olevan vaikuttavampi tekijä kuin veden lämpötilan, koska muut kylmähoitomuodot eivät näytä olevan yhtä toimivia palautumisen kannalta kuin kylmävesiupotus. Suositeltava kylmävesihoito olisi 15 minuuttiin asti kestävä upottautuminen 10–15-asteiseen veteen. (Meyer ym. 2014.) Sekä Meyer ym. (2014) että Nédélec ym. (2013) kuitenkin suosittavat kylmävesiupotuksen käyttöä palautumisen edistämiseen. Nédélec ym. (2013) suosittaa kuitenkin välttämään kylmävesiupotusta harjoituskaudella, koska se vaikuttaisi hidastavan lihaksen adaptaatiota harjoitukseen ja hidastavan siten kehitystä säännöllisesti käytettynä.

Rowsell ym. tekivät kaksi tutkimusta (2009 ja 2011) kylmävesiupotuksesta. Molemmissa tutkimuksissa kylmävesiryhmä oli 10-asteisessa vedessä rintalastaan asti viisi yhden minuutin sykliä yhden minuutin palautuksella huoneen

lämmössä. Verrokkiryhmä suoritti samalla syklillä vesiupotuksen 34-asteisessa vedessä. Vuoden 2009 julkaisussa ei havaittu eroa tulehduksen tai lihasvaurion merkkiaineissa mutta yleinen väsymys ja lihasarkuus olivat vähäisempiä kylmävesiryhmällä. Testatuissa suorituskykymittauksissa esikevenetyssä hyppytestissä, sukkulajuoksun sykeseurannassa eikä myöskään toistosprinttisuorituskyvyssä havaittu eroa. Vuoden 2011 julkaisussa kuitenkin havaittiin neljän ottelun turnauksen seurantajaksolla otteluissa kolme ja neljä juostun matkan laskun olevan vähäisempää kylmävesiryhmällä. Myös yleisen väsymyksen lisääntyminen ja lihasarkuus oli vähäisempää kylmävesiryhmällä.

Myös vaihtolämpövesiupotuksella vaikuttaisi olevan positiivisia vaikutuksia palautumiseen. Verrattaessa harjoituksen jälkeistä passiivista palautumista vaihtolämpövesiupotukseen ja kylmävesiupotukseen esikevenetyn hypyn suorituskyvyssä havaittiin positiivista, vaikkakaan ei tilastollisesti merkittävää, vaikutusta molemmilla vesihoitoryhmillä. Myös kreatiinikinaasipitoisuuden nousu oli vähäisempää molemmilla vesihoitoryhmillä. Koettu väsymys oli vähäisintä kylmävesiryhmällä ja suurinta passiivisella ryhmällä. Suorituskykyyn vaihtolämpöhoidolla näytti olevan suurin positiivinen vaikutus, mutta tämäkään havainto ei ollut tilastollisesti merkittävä. Merkittävin havainto tutkimuksessa oli kylmävesihoidon positiivinen vaikutus koettuun väsymiseen nuorilla pelaajilla. (De Nardi ym. 2011.) Myöhemmin on saatu samankaltaisia positiivisia löydöksiä kylmävesihoidon vaikutuksesta koettuun lihasväsymykseen (Robey ym. 2014).

## **Ravitsemus**

Palautumisen näkökulmasta tärkein tekijä on riittävä hiilihydraattitankkaus. Riittävä hiilihydraattitankkaus saavutetaan 1,0–1,2 g/kg/h annostuksella ensimmäiset 2–3 tuntia suorituksen jälkeen. Hiilihydraattitankkaukseen tulisi yhdistää riittävä aminohappojen määrä, joka saavutetaan nauttimalla proteiinia 0,5 g/kg kudosten regeneraation optimoimiseksi. Normaalaa suurempi vitamiinien ja elektrolyyttien nauttiminen ei näytä vaikuttavan palautumiseen, mutta alkoholin nauttimisella näyttäisi olevan negatiivinen vaikutus glykogeenivarojen täyttymiseen sekä nestetasapainon normalisointiin. (Meyer ym. 2014.)

Spaccarotella ja Andzel (2011) havaitsivat tutkimuksessaan aamupäivän ja iltapäivän harjoitusten välillä nautitun suklaamaitojuoman hidastavan väsymistä harjoitusten jälkeisessä juokсутestissä verrattuna hiilihydraattielektrolyyttijuomaan. Koettu väsymys oli molemmilla ryhmillä samankaltainen. Vaikutusmekanismia ei täysin ole pystytty selittämään, mutta hiilihydraatin, proteiinin ja rasvan kombinaation esitetään olevan vaikuttava palautumisen näkökulmasta. Tutkimuksessa nautittu hiilihydraattielektrolyyttijuoman energiamäärä oli pienempi kuin suklaamaitojuoman, mitä pidettiin tutkimuksen luotettavuutta heikentävänä tekijänä.

Suklaamaitojuoman ja isokalorisen hiilihydraattivalmisteen välillä ei havaittu eroa palautumisen merkkiaineissa muuten kuin kreatiinikinaasipitoisuuden kohdalla, joka oli matalampi suklaamaitojuomaryhmällä. Neljän päivän korkeamman kuormitusjakson aikana ryhmillä havaittiin samankaltaisia tuloksia palautumisen suorituskymmittauksissa, viivästyneessä lihaskivussa ja myoglobiinipitoisuuksissa sekä koetun väsymyksen osalta. (Gilson ym. 2010)

2013 julkaistussa katsauksessa (Nédélec ym.) todettiin hiilihydraattien tarpeen olevan samankaltainen Meyerin ym. julkaisun mukaan. Nédélec ym. (2013) katsauksen mukaan hiilihydraatteja tulisi nauttia 1,2 g/kg/h 15–60 minuutin välein aina viiteen tuntiin asti harjoituksen jälkeen. Proteiiniksi suositellaan 20 gramman annosta maitoproteiinia proteiinisynteesin stimuloimiseksi. Spaccarotellan ja Andzellan (2011) tutkimusta tukien Nédélec ym. katsauksessa (2013) suositellaan maustettuja maitojuomia vaikuttavana palautusjuomana ottelun jälkeen. Kirsikkamehujuoma ennen ottelua, ottelupäivänä sekä sitä seuraavina päivinä näyttäisi myös edistävän palautumisprosessia. Tavanomaiseen ruokavalioon tulisi sisällyttää myös omega-3-rasvahappoja.

Vastaavasti Naclerio ym. (2015) havaitsivat tutkimuksessaan että, hiilihydraattiproteiinivalmisteella tai pelkällä hiilihydraattivalmisteella ei havaittu olevan vaikutusta suorituskyyntä tai veren kreatiinikinaasipitoisuuteen 24 tuntia suoritusten jälkeen. Molemmat valmisteet alensivat myoglobiiniarvoja plaseboon verrattuna yhden tunnin kuluttua harjoituksesta.

## Uni

Uni on osoitettu tärkeäksi tekijäksi palautumisprosessin aikana useissa tutkimuksissa (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014; Robey ym. 2014; Nédélec ym. 2015.) Alle seitsemän tunnin yöunet vaikuttaisivat heikentävän immuunijärjestelmän toimintaa ja lisäävän sairastumisriskiä verrattuna yli kahdeksan tunnin yöuniin. Yli kahdeksan tunnin unilla on positiivista vaikutusta kognitiiviseen suorituskkyyn ja valppauteen. Huonosti nukutun yön jälkeen lyhytaikaista univajetta voi kompensoida lyhyillä päiväunilla lounaan jälkeen, millä vaikuttaisi olevan positiivinen vaikutus suorituskkyyn. (Nédélec ym. 2013; Nédélec ym. 2015.) Yöunilla on positiivinen vaikutus kasvuhormonituotantoon ja sitä kautta proteiinisynteesiin ja lihasten palautumiseen (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014; Nédélec ym. 2015).

Ristiriitaisesta tutkimusnäytöstä huolimatta on mahdollista, että korkeaintensiteettisellä suorituksella on vaikutusta unen laatuun, ja jalkapalloilijoilla on raportoitu nukahtamisvaikeuksia myöhäisiltojen ottelujen jälkeen. Harjoituksissa olisi suositeltavaa suosia aiempia harjoitusajankohtia yöunien laadun parantamiseksi. Myös valon määrä on yhdistetty nukahtamisvaikeuksiin, ja sen vuoksi tietokoneiden ja puhelimien käyttöä tulisi rajoittaa iltaisin. Myös illalla nautittu kofeiini vai vaikuttaa nukahtamiseen, ja alkoholilla tiedetään olevan negatiivinen vaikutus unen laatuun. Glykokeenivarastojen palautumisen on havaittu olevan heikompaa kahden päivän seurannan aikana huonommin nukkuvilla jalkapalloilijoilla, joten tältäkin kannalta katsottuna unen laatuun ja määrään tulisi kiinnittää huomiota. (Nédélec ym. 2015.)

Illalla suoritettulla korkeaintensiteettisellä harjoittelulla on raportoitu olevan nukahtamista myöhentävä vaikutus, joskin kokonaisuutena yön aikana nukuttiin yhtä paljon ja yhtä laadukkaasti kuin lepopäivinä. Kylmävesihoidolla ei raportoitu olevan vaikutusta unen laatuun ja keston. Tämäkin tutkimustulos kuitenkin tukee sitä, että harjoitteluohjelmassa tulisi riittävällä tavalla huomioida yöunen merkitys ja välttää myöhäisillan suoritusta yhdistettynä seuraavan aamun aikaiseen heräämiseen. (Robey ym. 2014.)

## **Matalatasoinen laserterapia**

Matalatasoista laserterapiaa oli käytetty aineiston tutkimuksissa kahdella eri tavalla. Yhdessä tutkimuksessa oli kaksi laserterapiaryhmää sekä plaseboryhmä. Näistä laserterapiaryhmistä toiselle annettiin hoito etureiteen ennen väsyttävää suoritusta ja toiselle ryhmälle suorituksen jälkeen. Käytetty aallonpituus hoidossa oli 830 nm, ja etureiden lihaksistoa väsytetttiin vastustetulla polven ojennusliikkeellä väsymykseen asti. (Dos Reis ym. 2014.) Kahdessa muussa tutkimuksessa oli kaksi vertailuryhmää, joista toinen oli plaseboryhmä ja toiselle annettiin laserterapiaa etureiteen ennen suoritusta. Molemmissa käytetty aallonpituus oli 810 nm ja etureiden lihaksiston väsyttämiseen käytettiin isokineettistä laitetta. (Vanin ym. 2016; De Oliveira ym. 2017.)

Tutkittaessa ennen ja jälkeen suoritusta annettua laserterapiaa suoritusten toistomäärissä tai lihaksen väsymiseen kuluneessa ajassa ei ollut eroja kolmen ryhmän välillä. Sen sijaan mitatuissa laktaattipitoisuuksissa ja kreatiinikinaasitasoissa havaittiin muutoksia. Näistä suorituksen jälkeen annettu terapia vaikutti eniten saaden aikaan huomattavan laktaattitasojen ja kreatiinikinaasitason laskun verrattuna plaseboryhmään. Ennen suoritusta annettu terapia vaikutti myös laktaattitasoja laskevasti mutta ei tilastollisesti merkittävästi. (Dos Reis ym. 2014.)

Toisessa tutkimuksessa käytettiin kolmea eri energiamäärällä annettua matalatasoista laserterapiaa sekä plaseboa neljännelle ryhmälle ennen isokineettisellä laitteella suoritettavaa eksentristä suoritusta. Laserterapian energiamäärä oli 10 J, 30 J ja 50 J. Tämän jälkeen suoritettiin eksentrisen suoritusta etureiden lihaksistolle ja maksimaalinen lihasjännitys sekä verinäytteet otettiin välittömästi suorituksen jälkeen sekä 1 tunti, 24 tuntia, 48 tuntia, 72 tuntia ja 96 tuntia suorituksen jälkeen. Matalatasoinen laserterapia 10 J:n annostelulla edisti maksimaalista voimantuottoa mittauksissa, jotka suoritettiin 24–96 tuntia suorituksen jälkeen. Vastaavasti 50 J:n annostelu vaikutti positiivisesti 1 tunti ja 24 tuntia suorituksen jälkeen. 10 J:n annostelu laski kreatiinikinaasin määrää 24–96 tunnin mittausjaksoilla ja 50 J:n annostelu näiden lisäksi myös 1 tunti suorituksen jälkeen tehdyssä mittauksessa. Interleukiini-6:n määrään löytyi positiivinen vaikutus 30 J:n ja 50 J:n energiamäärällä 1–72 tuntia suorituksen jälkeen, kun taas 10 J:n energiamäärällä positiivinen vaikutus havaittiin



kaikilla mittausajankohdilla. Näin ollen 10 J:n energiamäärä vaikuttaisi tämän tutkimuksen valossa parhaalta jalkapalloilijalle sen keskipitkän vaikutuksen vuoksi. (Vanin ym. 2016.)

Vaninin ym. (2016) tutkimuksen pohjalta De Oliveira ym. (2017) lähtivät tutkimaan 10 J:n annoksella erilaisia tehomääriä hoidon optimoimiseksi. Tutkimusryhmä oli samanlainen sisältäen 28 jalkapalloilijaa, jotka suorittivat eksentrisen etureiden lihaksistoa väsyttävän suorituksen isokineettisellä laitteella. Tätä ennen urheilijoille annettiin matalatasoista laserterapiaa 10 J:n energiamäärällä kolmella eri tehomäärällä (100 mW, 200 mW ja 400 mW), ja lisäksi neljäntenä ryhmänä oli plaseboryhmä. Suorituksen jälkeiset mittaukset suoritettiin kuten Vaninin ym. (2016) tutkimuksessa. Tutkimuksessaan De Oliveira ym. (2017) havaitsivat 100 mW:n teholla annetun hoidon olevan vaikuttavin plaseboon sekä 200 mW:n ja 400 mW:n ryhmiin verrattuna. 100 mW:n teholla oli merkittävä vaikutus maksimaaliseen lihasvoimaan ja interleukiini-6-pitoisuuteen kaikilla mittausajankohdilla (0–96 tuntia suorituksen jälkeen). Positiivinen vaikutus veren laktaatti- sekä kreatiinikinaasipitoisuuksiin oli merkittävä 24–96 tuntia suorituksen jälkeen. Kaikilla tehoilla annettu hoito vaikutti plaseboon verrattuna positiivisesti viivästyneeseen lihaskipuun 1–48 tuntia suorituksen jälkeen. 200 mW:n teholla annettu hoito vaikutti positiivisesti kreatiinikinaasi- ja laktaattipitoisuuksiin 24–96 tuntia suorituksen jälkeen, ja maksimaaliseen voimaan positiivinen vaikutus havaittiin välittömästi sekä 1 tunti ja 24 tuntia suorituksen jälkeen. Tutkimuksen loppupäätelmänä 10 J:n energiamäärällä ja 100 mW:n teholla annettu laserterapia ennen suoritusta annettuna voisi olla perusteltua jalkapalloilijoille palautumisen edistämiseen. (De Oliveira ym. 2017.)

### **Aktiivinen palautuminen**

Aktiivisten palautumismenetelmien näyttö on ristiriitaista. Fysiologiselta näkökannalta suhteellisen myöhäinen seuraavana päivänä suoritettu matalatehoinen juoksu ei ole saanut aikaan mitattavia vaikutuksia. Vaihtoehtoinen liikuntamuoto, kuten pyöräily tai uinti, voisi olla vaikuttavaa ja saada aikaan myös psykologisen vasteen viemällä ajatukset pois jalkapallosta. (Meyer ym. 2014.)

Aktiivinen palautuminen aerobisella 15–30 minuuttia kestäväällä intensiteetillä 30–60 % maksimaalisesta hapenottokyvystä suoritettavalla harjoituksella

vaikuttaisi parantavan laktaatin poistumista, mutta sen ei tulisi olla mittari palautumisen laatuun, eikä se välttämättä johda parempaan suorituskyykyyn. Submaksimaalisesti suoritettuna yhden tunnin kestäväällä aktiivisella palautumisharjoituksella 22–46 tuntia ottelun jälkeen ei ole vaikutusta palautumisen kannalta. (Nédélec ym. 2013.)

Uupumukseen asti suoritettua juoksuharjoituksen jälkeen polkupyöräergometrillä suoritettu aktiivinen palautuminen lievensi lihasväsymystä tehokkaasti, kun taas käsiergometrillä suoritettu palautuminen ei vaikuttanut väsymykseen alaraajoissa. Etäreiden lihaksien voimaa ja työtä mitattaessa eroja palautumismenetelmien ja passiivisen ryhmän välillä ei havaittu. Matalatehoinen polkupyöräergometrillä suoritettu palautuminen oli vaikuttava menetelmä. (Mika ym. 2016.)

Välittömästi anaerobisen harjoituksen jälkeen suoritettu aktiivinen palautuminen, joka sisälsi 12 minuuttia kestävästä submaksimaalisesta juoksusta ja 8 minuuttia kestävästä staattisesta venyttelyosion, ei ollut vaikuttava palautumismenetelmä ketteryystestin, 20 metrin juoksutestin ja liikkuvuuden testauksen perusteella, kun tuloksia verrattiin 20 minuuttia paikallaan istuneeseen ryhmään. Esikevennyshypyssä suorituskyyky säilyi paremmin harjoituksen jälkeisessä mittauksessa aktiivisella ryhmällä. (Rey ym. 2012.)

## **Elektrostimulaatio**

Elektrostimulaatiota käyttää 13 % ranskalaisista ammattilaisjalkapallojoukkueista palautumisen edistämiseen. Erilaisia tapoja elektrostimulaation antamiseen on useita, ja näistä tavallisimpia ovat sähköinen hermostimulaatio ja matalataajuinen elektroterapia. Useimmissa tutkimuksissa on epäonnistuttu löytämään vaikutusta elektrostimulaation hyödyistä suorituskyyvyn ylläpitämiseen ja palautumiseen. Positiivista vaikutusta on havaittu kreatiinikinaasin ja veren laktaatin poistumiseen matalataajuisella elektroterapialla, mutta näiden vaikutuksesta palautumiseen käytännössä on ristiriitaista näyttöä. Myös positiivinen vaikutus lihasarkuuteen on näytön valossa rajallinen. (Nédélec ym. 2013.)

Sähköistä lihasstimulaatiota tutkittaessa on havaittu ristiriitaista ja jopa negatiivista vaikutusta suorituksen jälkeiseen regeneraatioprosessiin. Tuloksiin on

voinut vaikuttaa käytettyjen parametrien heterogeenisyys, mutta nykyisen näytön valossa tulokset ovat ristiriitaisia. (Meyer ym. 2014.)

Tutkittaessa VEINOPLUS-elektroterapian vaikuttavuutta palautumiseen väsyttävän esikevennettyjä hyppyjä ja soutua sisältävän suorituksen jälkeen käytettiin vertailuna passiivista palautumista. Koehenkilöinä olevilta jalkapalloilijoilta mitattiin 30 sekuntia kestävä maksimaalinen suorituskyky soutuergometrillä, maksimaalinen polven ojennusvoima sekä esikevennetty hyppy ja mitattiin veriarvoista kreatiinikinaasi- sekä laktaattipitoisuus ennen suoritusta, välittömästi suorituksen jälkeen sekä 1 tunti ja 24 tuntia suorituksen jälkeen. Palautumisprotokolla suoritettiin harjoituksen jälkeisen mittauksen perään istuen tunti paikallaan, jolloin toiselle ryhmälle asetettiin elektrodit pohkeisiin ja annettiin bifaasista elektroterapiaa 20 minuutin ajan siten, että lihaksesta havaittiin silmin nähtävä lihasjännitys. Palautumisprotokollan jälkeisissä mittauksissa havaittiin VEINOPLUS-ryhmällä 30 sekuntia kestävä maksimaalisen suorituskyvyn palautuvan nopeammin verrattuna passiiviseen palautumiseen. Maksimaalinen polven ojennusvoima, esikevennetty hyppy, kreatiinikinaasipitoisuus, laktaattipitoisuus ja koettu lihasarkuus olivat samankaltaiset molemmilla ryhmillä. (Bieuzen ym. 2012.)

## **Venyttely**

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineistosta ainoastaan Nédélec ym. (2013) katsaus käsitteli venyttelyä itsenäisenä muotona. Katsauksen mukaan Englannin valioliigassa lähes 40 % harjoitteluajasta käytetään liikkuvuusharjoitteluun staattisen venyttelyn keinoin ja ranskalaisista ammattilaisjalkapalloseuroista 50 % käyttää venyttelyä palautumisen edistämiseen. Venyttelyn ajatellaan edistävän liikkuvuutta, vähentävän lihasjännitystä, ennaltaehkäisevän loukkaantumisia sekä edistävän palautumista. Tieteellinen näyttö ei kuitenkaan tue venyttelyn käyttöä palautumisen edistämiseen jalkapalloilijoilla eikä se edistä harjoituksen jälkeisen lihasarkuuden vähenemistä. Venyttelyllä voi olla jopa negatiivisia vaikutuksia suorituskyvyn palautumiseen eksentrisen suorituksen jälkeen.

## Hieronta

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineistossa kaksi tutkimusta käsittelee hierontaa. Sekä Nédélec ym. (2013) että Meyer ym. (2014) korostivat rajallista tutkimusnäyttöä hieronnan vaikutuksista palautumiseen. Jopa 78 % ranskalaisista ammattilaisjalkapallojoukkueista käyttää hierontaa palautumisen edistämiseen, ja sen ajatellaan vaikuttavan lihasjännitystä rentouttavasti. Fysiologiselta kannalta katsottuna hieronnalla ei ole havaittu olevan vaikutusta verenkiertoon, veren laktaatin poistumiseen tai vetyionien ja neutrofiilien poistumiseen. Positiivisia vaikutuksia on havaittu koettuun lihaskipuun ja koettuun väsymykseen. Hieronnan vaikutuksesta suorituskykyyn ei ole löydetty merkittävää näyttöä. Hierontatekniikoiden heterogeenisyyden ja käytettyjen hoitoaikojen vaihtelevuus heikentää tehtyjen tutkimusten luotettavuutta, ja lisätutkimuksia standardisoiduilla hoidoilla tarvitaan lisää. (Nédélec ym. 2013.)

Myös Meyerin ym. (2014) mukaan hieronnalla on positiivisia vaikutuksia koettuun lihasarkuuteen ja sen ajatellaan edistävän lihasten ja jänteiden elastisuutta. Suorituskykyyn palautumisen kannalta näyttöä ei ole löydetty.

## Kompressioasusteet

Kompressioasusteiden käyttöä käsiteltiin aineiston kahdessa katsauksessa, joissa molemmissa todettiin suorituskyvyn palautumisen näytön valossa olevan kyseenalaista (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014). Meyerin ym. (2014) katsauksessa todettiin kompressioasusteiden käytön olevan perusteltua suorituksen aikana, mutta palautumisen kannalta käyttö ei ole perusteltua. Nédélec ym. (2013) katsauksen mukaan koettuun lihasarkuuteen kompressioasusteilla voi olla positiivista vaikutusta, mutta suorituskyvyn palautumista tutkittaessa positiivista vaikutusta ei ole havaittu, joskin tutkimuksia aiheen tiimoilta tarvittaisiin lisää. Koska myöskään negatiivisia vaikutuksia ei ole raportoitu, voi kompressioasusteita olla perusteltua käyttää harkiten erityisesti pitkällä matkoilla, ottaen huomioon niiden positiivisen vaikutuksen laskimotromboosien ehkäisyssä.

## 5.2 Miten eri palautumismenetelmien vaikuttavuudet eroavat toisistaan?

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineistosta pystyttiin erottamaan seuraavia aiheita käsittelevät eri palautumismenetelmiä käsittelevät tutkimukset: ravitseminen (Gilson ym. 2010; Spaccarotella & Andzel 2011; Naclerio ym. 2015), erilaiset vesiterapiamuodot (Rowsell ym. 2009; De Nardi ym. 2011; Rowsell ym. 2011; Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014), aktiivisten palautumismenetelmien keskinäinen vertailu (Mika ym. 2016) sekä vertailu passiiviseen palautumiseen (Bieuzen ym. 2012). Dos Reisin ym. (2014), De Oliveiran ym. (2016) ja Vanin ym. (2017) tutkimukset käsittelivät saman hoitomuodon eri parametrejä, joten niitä ei voida verrata muihin palautumismuotoihin, ja eri parametrien vaikuttavuus on käsitelty jo aiemmin tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa ensimmäisen tutkimuskysymyksen kohdalla.

### Ravitseminen

Suklaamaitojuomaa vertailtiin hiilihydraattivalmisteisiin kahdessa tutkimuksessa. Gilsonin ym. (2010) tutkimuksessa hiilihydraattivalmisteessa oli yhtä paljon energiaa kuin suklaamaitojuomassa, kun taas Spaccarotella ja Andzel (2011) käyttivät tutkimuksessaan samaa nestemäärää, jolloin energiamäärä jäi hiilihydraattijuoman osalta vajaaseen kolmannekseen. Gilsonin ym:n. (2010) tutkimuksessa tulokset ryhmien välillä suorituskyvyn osalta olivat samankaltaiset eikä merkittäviä eroja havaittu myöskään viivästyneessä lihaskivussa tai myoglobiinipitoisuuksissa. Kreatiinikinaasipitoisuus oli kuitenkin matalampi suklaamaitojuomaryhmällä. Spaccarotellan ja Andzellan (2011) tutkimuksessa suklaamaitojuomalla havaittiin olevan positiivinen vaikutus pidempään jaksamiseen koetun väsymyksen ollessa samankaltainen. Molemmat tutkimukset kuitenkin toteavat jossain määrin suklaamaitojuoman olevan vaikuttavampi verrattuna hiilihydraattituotteeseen, vaikutuksen ollessa kuitenkin rajallinen.

Hiilihydraattiproteiinivalmisteella ja hiilihydraattivalmisteella ei havaittu olevan vaikutusta suorituskyvyn palautumiseen tai kreatiinikinaasipitoisuuden normalisoitumiseen 24 tuntia suorituksen jälkeen. Molemmat kuitenkin vaikuttivat plasebovalmisteeseen verrattuna myoglobiiniarvoja laskevasti yhden tunnin

kohdalla harjoituksesta. Näin ollen proteiinin merkitys palautumisessa vuorokauden aikana suorituksesta jää epäselväksi. (Naclerio ym. 2015.)

Meyerin ym. (2014) katsaus ei käsittele maitojuomia erikseen, mutta se korostaa hiilihydraattien riittävää saantia ensimmäisinä kolmena tuntina suorituksen jälkeen palautumisen edistämiseksi. 1–1,2 g/kg/h hiilihydraattisaannin lisäksi tulisi saada 0,5 g/kg aminohappoja lihaskudoksen regeneraation takaamiseksi. Aineiston toinen katsaus suosittaa maustettuja maitojuomia ottelun jälkeisen tunnin aikana palautumisprosessin käynnistämiseksi ja riittävän hiilihydraatti- sekä proteiinitankkauksen takaamiseksi (Nédélec ym. 2013).

Yhteenvetona aineiston tutkimuksta voidaan todeta, että missään tutkimuksessa ei todeta maustetun maitojuoman vaikuttavan negatiivisesti palautumiseen. Koko aineiston pohjalta se on vähintään yhtä hyvä verrattuna hiilihydraattituotteeseen, joten on perusteltua käyttää maustettua maitojuomaa palautumisen käynnistämiseksi mahdollisimman pian suorituksen jälkeen sekä hiilihydraatti- ja proteiinitankkauksen tukemiseksi. (Ks. Gilson ym. 2010; Spaccarotella ym. 2011; Nédélec ym. 2013.)

## **Vesihoito**

Nédélec ym. (2013) katsauksen mukaan 88 % ammattilaisjalkapallojoukkueista Ranskassa käyttää kylmävesiupotusta tai vaihtolämpövesiupotusta palautumiseen. Välittömästi suorituksen jälkeen aloitettu kylmävesihoito on osoitettu katsauksen mukaan ylivoimaiseksi palautumismenetelmäksi verrattuna passiiviseen palautumiseen, vaihtolämpövesiupotukseen ja kuumavesiupotukseen ja sen vuoksi katsauksessa käsiteltiin vesiterapiamuodoista ainoastaan kylmävesiupotusta.

Nédélec ym. (2013) katsausta tukee myös Rowsellin ym. (2011) nuorilla jalkapalloilijoilla tehty tutkimus, missä todetaan neljän ottelun turnauksen aikana kylmävesiupotusryhmällä otteluissa juostun matkan laskevan vähemmän otteluissa kolme ja neljä verrattuna neutraalilämpöiseen veteen upottautuneeseen ryhmään, vaikkakin juostu matka ja intensiteetti laskivat molemmilla ryhmillä. Rowsellin ym. (2009) tutkimuksessa otteluiden välillä tehtyjen suorituskymit-

tausten tuloksissa eroja kylmävesiupottautumisen ja neutraalilämpöiseen veteen upottautumisen välillä ei havaittu, mutta Rowsellin ym. julkaisuissa sekä 2009 että 2011 koettu lihasarkuus oli vähäisempää kylmävesiryhmällä.

De Nardin ym. (2011) tutkimuksessa vaihtolämpöisen vesiterapian ja kylmävesiupottautumisen välillä havaittiin myös vaihtolämpöisen vesiterapian vaikuttavan positiivisesti palautumiseen. Kylmävesiupottautumisen ryhmällä koettu väsymys oli vähäisintä, mutta suorituskykymittausten mukaan vaihtolämpöisen vesiterapian ryhmällä suorituskyvyn lasku oli vähäisempää kylmävesiupottautumiseen verrattuna. Kreatiiniakinasipitoisuuden nousu oli vähäisempää molemmilla vesiterapiaryhmillä passiiviseen palautumiseen verrattuna. Kokonaisuudessaan tutkimuksessa todettiin molempien vesiterapian olevan parempia passiiviseen palautumiseen verrattuna vaikutuksen ollessa kuitenkin rajallinen.

Myös Meyerin ym. (2014) katsauksessa todetaan kylmävesiupottautumisen ja vaihtolämpövesiupottautumisen olevan ainoat vaikuttavat veteen upottautumisen muodot palautumisen näkökulmasta. Tämä tukee myös muita tämän katsauksen aineiston tuloksia (ks. Rowsell ym. 2009; De Nardi ym. 2011; Rowsell ym. 2011; Nédélec ym. 2013).

### **Aktiivinen palautuminen**

Aineistossa neljä tutkimusta käsitteli aktiivista palautumista. Näistä tutkimuksista Nédélec ym. (2013) ja Meyerin ym. (2014) katsaukset käsittelivät laajempaa aineistoa ja Mikan ym. (2016) tutkimuksessa verrattiin polkupyöräergometrillä suoritettua 20 minuutin kestoista palautumisprotokollaa käsiergometrillä suoritettuun 20 minuutin kestoiseen protokollaan sekä passiiviseen palautumiseen. Reyn ym. (2012) tutkimuksessa verrattiin 20 minuuttia kestänyttä passiivista palautumista aktiiviseen protokollaan, joka sisälsi 12 minuuttia submaksimaalista juoksua ja kahdeksan minuuttia staattista venyttelyä.

Esikevennetyn hypyn testauksessa aktiivisen palautumisen ryhmällä suorituskyky säilyi paremmin verrattuna passiiviseen palautumiseen harjoituksen jälkeisissä mittauksissa. Ketteryystestissä, 20 metrin juoksutestissä tai liikkuvuustesteissä ei havaittu merkittävää eroa palautumismenetelmien välillä. (Rey ym. 2012.) Verrattaessa polkupyöräergometriä käsiergometriin havaittiin

polkupyöräergometrin lieventävän koettua lihasväsymystä etureiden lihaksistossa tehokkaasti, kun taas käsiergometrillä suoritettu palautuminen lisäsi koettua väsymystä. Lihaksen huippuvääntömomentti-, työ- ja voimaparametrit eivät muuttuneet merkittävästi kummankaan aktiivisen palautumisen osalta, kun taas passiivisen ryhmän suorituskyvyn lasku oli merkittävä. (Mika ym. 2016.)

Sekä Reyn ym. (2012) että Mikan ym. (2016) tutkimuksissa palautumisprotokollat suoritettiin pian harjoituksen jälkeen. Tätä samaa ajatusta tukee myös Meyerin ym. (2014) tutkimus, joka suosittaa aktiivista palautumista käytettävän samana päivänä suorituksen jälkeen. Meyerin ym. (2014) mukaan hyvin nukutun yön jälkeen aktiivista palautumisprotokollaa ei voida perustella fysiologiselta näkökannalta. Pian harjoituksen jälkeen suoritettu uinti tai pyöräily voi edistää palautumista. Toisaalta Nédélec ym. (2013) katsauksessa raportoi daan korkeaintensiteettisen suorituksen jälkeen pian suoritettavan aktiivisen palautumisen heikentävän glykokeenivarastojen täyttymistä, ja sen myötä pian suoritettava aktiivinen palautuminen ei olisi suoriteltavaa. Fyysisen suorituskyvyn tai tulehduksen merkkiaineiden näkökulmasta aktiivista palautumista ei voida perustella. Sekä Nédélec ym. (2013) että Meyer ym. (2014) korostivat lisätutkimuksen tarvetta eri aktiivisten palautumismenetelmien välillä.

Yhteenvetona aktiivisia palautumismenetelmiä pohdittaessa voidaan todeta, että näyttö on ristiriitaista, mutta vaihtoehtoinen aktiviteetti, kuten pyöräily tai uinti, voi olla vaikuttavaa ainakin psykologisen vaikutuksen kannalta (Meyer ym. 2014). 15–30 minuuttia kestävää matalaintensiteettistä pyöräilyä, uintia tai juoksua pian ottelun jälkeen suoritettuna käyttää 81 % ranskalaisista ammattilaisjalkapalloseuroista (Nédélec ym. 2013).

### **Muut palautumismenetelmät**

Muista aineistossa esiintyneistä palautumismenetelmistä matalatasoinen laserterapia todettiin olevan vaikuttavaa optimaalisella energiamäärällä ja teholla annettuna (Dos Reis ym. 2014; Vanin ym. 2016; De Oliveira ym. 2017). Vaninin ym. (2016) ja De Oliveiran ym. (2017) tutkimusten mukaan 10 J:n energiamäärä ja 100 mW:n teho vaikuttavat ennen suoritusta annettuna palautumiseen positiivisesti jalkapallossa. Vastaavasti Dos Reis ym. (2014) toteivat matalatasoisen laserterapian olevan vaikuttampaa suorituksen jälkeen



annettuna, mutta Vanin ym. (2016) ja De Oliveira ym. (2017) eivät tutkineet suorituksen jälkeen annettua laserterapiaa tutkimuksissaan. Missään aineiston tutkimuksessa matalatasoista laserterapiaa ei plasebon lisäksi verrattu muihin palautumismenetelmiin, joten johtopäätöksiä hoidon vaikuttavuudesta verrattuna muihin palautumismenetelmiin ei voida tehdä.

Verrattaessa elektroterapiaa passiiviseen palautumiseen havaittiin positiivisia vaikutuksia 30 sekuntia kestävän maksimaalisen suorituksen palautumisessa VEINOPLUS-elektroterapialla. Maksimaalisen lihasjännityksen, esikevennetyn hypyn, kreatiinikinaasin, laktaatin tai koetun lihasarkuuden osalta eroja ei havaittu. (Bieuzen ym. 2012.) Elektroterapiaa ei tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston puitteissa ole verrattu muihin palautumismuotoihin, ja sen vaikutuksista suorituskyykyyn ei ole näyttöä tai se on ristiriitaista (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014).

### 5.3 Yhteenveto tutkimustuloksista

Tärkeimmät tekijät palautumisen edistämisessä ovat riittävä ja laadukas uni sekä ravitsemus (ks. Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014; Nédélec ym. 2015). Lisäksi pelattaessa lyhyen ajan sisällä useita otteluita saavutetaan positiivisia vaikutuksia palautumiseen kylmävesiupotuksella sekä vaihtolämpövesiupotuksella. Aineiston valossa näyttö kylmävesiupotuksen vaikuttavuudesta on vahvempaa. On kuitenkin huomioitava, että lihaskudoksen regeneraation näkökulmasta pitkään käytettynä kylmävesiupotuksella voi olla kehittymistä hidastava vaikutus. (Ks. Rowsell ym. 2009; De Nardi ym. 2011; Rowsell ym. 2011; Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014.)

Ravitsemuksen näkökulmasta riittävä energiansaanti saavutetaan hiilihydraattimäärällä, joka on noin 1,2 g/kg/h ensimmäisten tuntien aikana suorituksen jälkeen (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014). Lisäksi proteiinisynteesin käynnistämiseksi tulisi saada noin 20 g proteiinia (Nédélec ym. 2013). Aineiston mukaan maustettu maitojuoma vaikuttaisi olevan toimiva palautumisjuoma (ks. Gilson ym. 2010; Spaccarotella & Andzel 2011; Nédélec ym. 2013).

Uni on kriittisen tärkeä tekijä ihmisen aineenvaihdunnan tasapainolle, ja unessa kasvuhormonin erityis lisääntyy stimuloiden proteiinisynteesiä ja siten

edistäen lihasten regeneraatiota suorituksen jälkeen. Ottelun jälkeinen univaje vaikuttaa negatiivisesti palautumisprosessiin. (Meyer ym. 2014; Nédélec ym. 2015.) Jalkapallo-ottelulla voi ottelun ajankohdasta riippuen olla nukkumaan menemistä viivästyttävä vaikutus, millä voi olla negatiivinen vaikutus yön aikana nukutun unen laatuun ja keston. Säännöllisesti alle seitsemän tuntia yössä nukkuvilla on todettu olevan heikompi immuunijärjestelmän toiminta, mikä altistaa erilaisille sairauksille. Unta tulisi saada vähintään kahdeksan tuntia yössä, mutta lyhytkestoista univajetta voidaan kompensoida lounaan jälkeisillä päiväunilla. Moni pelaaja on kertonut kokevansa univaikeuksia ottelun jälkeen. (Nédélec ym. 2013.) Illalla suoritettu korkeaintensiteettinen suoritus vaikuttaisi myöhentävän nukahtamista nuorilla jalkapalloilijoilla, joskin kokonaisuudessaan yöaikaisen unen määrä ja laatu pysyvät lepopäivien tasolla (Robey ym. 2014). Unen laatua heikentäviksi tekijöiksi on raportoitu illalla nautittu kofeiini, alkoholi ja valon määrä, johon pelaaja altistuu joko ottelun aikana tai tietokoneiden ja puhelimien käytön seurauksena. Olisi suositeltavaa pyrkiä suunnittelemaan joukkueen harjoitusrytmi siten, että jokaiselle pelaajalle pysyttään suunnittelemaan yksilöllinen leporytmi laadukkaan ja riittävän unen taakamiseksi. (Nédélec ym. 2015.)

Näyttö aktiivisen palautumisen vaikuttavuudesta on ristiriitaista, mutta vaihtoehtoinen liikunta pyöräilyn tai uinnin keinoin voisi olla vaikuttavaa psykologiselta kannalta (Meyer ym. 2014). Polkupyöräergometrillä suoritettu aktiivinen palautuminen pian suorituksen jälkeen vaikuttaisi vähentävän koettua väsymystä tehokkaasti, mutta suorituskyvyn palautumiseen vaikutusta ei havaittu (Mika ym. 2016). 20 minuuttia kestävä aktiivinen palautuminen, joka sisältää 12 minuuttia submaksimaalista juoksua ja kahdeksan minuuttia staattista venyttelyä, näyttäisi edistävän esikevennyshypyn suorituskyvyn palautumista, mutta ketteryystestissä, 20 metrin juoksutestissä tai liikkuvuudessa ei ollut eroja passiivisen palautumisen ryhmään verrattuna (Rey ym. 2012). 15 minuuttia kestävä intensiteetiltään 30–60 % maksimaalisesta hapenottokyvystä suoritettavan aktiivisen palautumisen on havaittu laskevan veren laktaattipitoisuuksia, mutta laktaatin määrän ei ole havaittu korreloivan suorituskyvyn palautumisen kanssa. Pian suorituksen jälkeen suoritettavan aktiivisen palautumisen on havaittu jopa heikentävän glykogeenin uudelleenmuodostusta. Kuten jo todettua, aktiivisten palautumismenetelmien käytöstä on ristiriitaisia tuloksia ja lisää tutkimuksia tarvitaan. (Nédélec ym. 2013.)

Matalatasoista laserterapiaa käsiteltiin kolmessa tutkimuksessa, joista kaikissa havaittiin positiivisia vaikutuksia palautumiseen, mutta kaikissa tutkimuksissa vertailuryhmissä oli alle 10 jalkapalloilijaa (ks. Dos Reis ym. 2014; Vanin ym. 2016; De Oliveira ym. 2017). Dos Reis ym. (2014) tutkimus tukee ajatusta suorituksen jälkeisestä laserterapiasta. Vaninin ym. (2016) sekä De Oliveiran ym. (2017) tutkimuksissa tutkittiin ainoastaan ennen suoritusta annettua laserterapiaa, ja vaikuttaisi siltä, että 10 J:n energiamäärällä ja 100 mW:n teholla annettu hoito olisi jossain määrin vaikuttavaa maksimaalisen voiman, kreatiinikinaasi- ja laktaattipitoisuuksien palautumisen kannalta.

Muiden palautumismenetelmien vaikuttavuudesta on vähemmän näyttöä. Elektroterapia pohkeisiin annettuna antoi positiivista vaikutusta 30 sekuntia kestävästä maksimaalisen suorituskyvyn palautumisesta VEINOPLUS-laitteella pohkeisiin annetun hoidon perusteella, mutta muita eroja passiiviseen palautumiseen ei havaittu (Bieuzen ym. 2012). Nédélec ym. (2013) ja Meyerin ym. (2014) katsauksien mukaan näyttö ei tue elektrostimulaation käyttöä suorituskyvyn palautumisen edistämiseksi.

## 6 POHDINTA

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli tutkia, millä menetelmillä palautumiseen voi vaikuttaa jalkapallossa ja miten eri palautumismenetelmien vaikuttavuudet eroavat toisistaan. Aineistossa oli kolme kirjallisuuskatsausta ja 13 alkuperäistutkimusta. Alkuperäistutkimuksissa miespuolisten tutkimushenkilöiden määrä oli alimmillaan viisi koehenkilöä ja suurimmillaan 31 koehenkilöä. On mahdollista, että suuremmilla tutkimusryhmillä olisi saavutettu enemmän tilastollisesti merkitseviä tuloksia alkuperäistutkimuksissa. Alkuperäistutkimuksista neljä oli suoritettu nuorilla ja kymmenen aikuisilla jalkapalloilijoilla.

On huomioitava, että osalla palautumismenetelmistä on raportoitu positiivisia vaikutuksia mitattuihin aineenvaihduntatuotteisiin veressä tai lihaksessa mutta ei suorituskymmittauksissa. Aineiston perusteella vaikuttavimpia palautumismenetelmiä olivat uni, ravitsemus ja vesihoidot. Ravitsemuksesta ja vesihoi-

doista on raportoitu positiivisia tutkimustuloksia sekä aineenvaihduntatuotteiden että suorituskyvyn mittauksissa. Vesihoitoja käsittelevistä tutkimuksista molemmat kirjallisuuskatsaukset (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014.) sekä nuorilla jalkapalloilijoilla suoritettut alkuperäistutkimukset (Rowsell ym. 2009; De Nardi ym. 2011; Rowsell ym. 2011; Robey ym. 2014) tukevat vesihoidon ja erityisesti kylmävesiupotuksen käyttöä palautumisessa. Nédélec ym. (2013) kuitenkin huomauttavat, että liiallinen kylmävesiupotuksen käyttö voi hidastaa lihaksen regeneraatioprosessia pidemmällä aikavälillä. Nédélec ym. (2013) ja Meyerin ym. (2014) katsaukset antavat ristiriitaista tietoa kylmävesiupotuksen vaikutusmekanismista, ja tämän pohjalta jää epäselväksi, onko palautumisen kannalta tärkeämpää veden hydrostaattinen paine vai lämpötila. Käytännön työn kannalta jalkapallojoukkueessa tärkeintä lienee tieto siitä, että kylmävesiupotus on vaikuttavaa ja että on huomioitava, että liiallisella käytöllä voi olla myös kehittymistä hidastava vaikutus.

Kirjallisuuskatsauksien valossa ravitsemuksen merkitys palautumisessa on kiistaton ja riittävä hiilihydraattien sekä proteiinien saanti on tärkeää. Hiilihydraatteja tulisi saada noin 1,2 g/kg/h ensimmäisten tuntien aikana. Proteiinin saannin osalta vaihtelu on suurempaa ja suositukset ovat 0,5 g/kg tai 20 g:n kokonaisannos. (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014.) Tutkimusaineistosta ei käynyt ilmi, miten merkittävästi palautuminen hidastuu, mikäli ottelun jälkeinen ravitsemus laiminlyödään ja proteiinin sekä hiilihydraatin saanti viivästyy merkittävästi. Maustetuilla maitojuomilla on havaittu positiivista vaikutusta sekä suorituskyvyn että aineenvaihduntatuotteisiin. Spaccarotella ja Andzel (2011) havaitsivat juoksusuorituskyvyn laskun olevan vähäisempää kahden saman päivän aikana suoritettun harjoituksen aikana suklaamaitojuomaryhmällä verrattuna verrokkiryhmään. Spaccarotellan ja Andzellan (2011) tutkimukseen osallistui ainoastaan viisi miestä, mikä heikentää tutkimuksen luotettavuutta. Lisäksi tutkimukseen osallistui kahdeksan naista, joilla tällaista positiivista vaikutusta suorituskyvyn ei havaittu. Gilson ym. (2010) havaitsivat suklaamaitojuomalla olevan positiivinen vaikutus kreatiinikinaasipitoisuuteen. Maustettujen maitojuomien positiivinen vaikutus ei ole täysin kiistatonta, mutta koska aineistossa on raportoitu ainoastaan positiivisia tai samankaltaisia vaikutuksia verrokkiryhmiin verrattuna, voidaan maustettua maitojuomaa pitää varteenotettava palautumisjuomana. Maustettujen maitojuomien käyttöä tukevat myös

niiden kohtuullinen hinta ja helppo käytettävyys suorituksen jälkeen (Nédélec ym. 2013).

Laadukas ja riittävä uni on palautumisen kulmakiviä, ja sitä käsiteltiin aineiston kaikissa kolmessa kirjallisuuskatsauksessa sekä Robeyn ym. (2014) alkuperäistutkimuksessa, missä todettiin, ettei kylmävesihoidolla ole vaikutusta yön unen laatuun ja keston. Alle seitsemän tunnin yönien tiedetään vaikuttavan immuunijärjestelmän toimintaa heikentävästi, ja vastaavasti yli kahdeksan tunnin yönät edistävät kognitiivista toimintaa ja yksilön valppautta. Huonosti nukutun yön jälkeen lounaan jälkeiset päiväunet voivat edistää suorituskykyä loppupäivän aikana. (Nédélec ym. 2013; Nédélec ym. 2015.) Yönalla tiedetään olevan myös vaikutus kasvuhormonituotantoon, proteiinisynteesiin ja lihasten palautumiseen sekä glykogeenivarastojen täyttymiseen (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014; Nédélec ym. 2015). Nédélec ym. (2015) katsauksessa todetaan, että valon määrällä sekä illalla nautitulla kofeiinilla ja alkoholilla voi olla merkitystä yönien kannalta. Otteluohjelma ja matkustaminen ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat suuresti yksilön uneen ottelupäivinä. Olisikin tärkeää huomioida matkustusolosuhteet sekä aikataulut ja pyrkiä mahdollistamaan mahdollisimman laadukas uni pelaajille. Lisäksi harjoitusohjelmaa suunniteltaessa tulisi huomioida, että illalla suoritettulla korkeaintensiteetisellä harjoituksella voi olla negatiivinen vaikutus seuraavan yön uneen (Nédélec ym. 2015).

Muiden aineistossa käsiteltyjen palautumismenetelmien suhteen näyttö on heikompaa, ristiriitaista tai ei tue menetelmän käyttöä palautumisen edistämiseen. Matalatasoista laserterapiaa käsiteltiin aineiston kolmessa alkuperäistutkimuksessa. Alkuperäistutkimukseen osallistui 27–28 jalkapalloilijaa. Dos Reisin ym. (2014) tutkimuksessa mittauksia suoritettiin yhden päivän aikana, jolloin pidempiaikainen vaikutus jää epäselväksi. Ennen väsyttävää suoritusta ja sen jälkeen annetulla matalatasoisella laserterapialla ei ollut plaseboryhmään verrattuna vaikutusta suorituskykymittauksissa, mutta veren kreatiinikinaasitasot sekä laktaattipitoisuus laskivat molemmilla laserterapiaryhmillä siten, että harjoituksen jälkeen annettu hoito oli vaikuttavampaa. Vaninin ym. (2016) ja De Oliveiran ym. (2017) tutkimuksissa seurantajaksot kestivät 96 tuntia ja verrattaessa eri energiamäärien ja tehomäärien vaikuttavuuksia havaittiin esimerkiksi 10 J:n energiamäärällä ja 100 mW:n teholla annetun hoidon vaikuttavan

laktaattipitoisuuksiin ja kreatiinikinaasipitoisuuksiin viiveellä. Tämän syste-  
maattisen kirjallisuuskatsauksen tekijälle heräsi kysymys, olisiko Dos Reis  
ym. (2014) tutkimuksessa saatu erilaisia tuloksia, mikäli seurantajakso oli kes-  
tänyt pidempään.

Vaninin ym. (2016) ja De Oliveiran ym. (2017) tutkimuksien mukaan 10 J:n  
energiamäärällä ja 100 mW:n teholla annettuna matalatasoisella laserterapi-  
alla ennen suoritusta annettuna on positiivisia vaikutuksia myös maksimaali-  
seen voimaan 0–96 tuntia suorituksen jälkeen. Positiivisia vaikutuksia havait-  
tiin myös veren laktaatti- ja kreatiinikinaasipitoisuuksiin sekä viivästyneeseen  
lihaskipuun seurantajakson aikana. Toisaalta Dos Reis ym. (2014) tutkimuk-  
sessa saatiin viitteitä positiivisesta vaikutuksesta suorituksen jälkeen annetulla  
hoidolla, ja täytyykin pohtia, voisiko Vaninin ym. (2016) ja De Oliveiran ym.  
(2017) tutkimuksista saada erilaisia tuloksia, mikäli olisi tutkittu myös suoritus-  
sen jälkeen annettua hoitoa. Näiden kolmen alkuperäistutkimuksen perus-  
teella suuria johtopäätöksiä ja suosituksia hoidon käytöstä ei voida antaa. Vai-  
kuttaisi siltä, että matalatasoisella laserterapialla voi olla vaikutusta suoritusky-  
vyn palautumiseen ja laktaatti-, kreatiinikinaasi- sekä interleukiini-6-pitoisuuksii-  
siin. Lisää tutkimusta kuitenkin tarvitaan, ja on huomioitava, että kaikki laserte-  
rapiaa käsitelleet tutkimukset suoritettiin jalkapalloilijoilla testiolosuhteissa hyö-  
dyntäen isokineettistä laitteistoa. Näin ollen ei voida tietää varmasti, onko ma-  
talatasoisella laserterapialla samankaltainen vaikutus myös jalkapallo-otte-  
lusta tai lajiharjoituksista palautumiseen.

Näyttö aktiivisen palautumisen vaikuttavuudesta on myös ristiriitaista. Väsyttä-  
vän juoksusuorituksen jälkeinen matalatehoinen polkupyöräergometrillä suori-  
tettu palautuminen vähensi koettua väsymystä verrattuna passiiviseen tai kä-  
siergometrillä suoritettuun palautumisharjoitukseen. Ei palautumisharjoituksilla  
ei kuitenkaan havaittu eroa mitattaessa etureiden lihaksiston työtä ja voimaa.  
(Mika ym. 2016.) Anaerobisen suorituksen jälkeinen aktiivinen palautuminen,  
joka sisältää 12 minuuttia submaksimaalista juoksua ja kahdeksan minuuttia  
staattista venyttelyä, näyttäisi vaikuttavan positiivisesti esikevennyshypyn suo-  
rituskyvyn säilymiseen. Ketteryyden, juoksusuorituskyvyn ja liikkuvuuden kan-  
nalta eroja aktiivisen ja passiivisen ryhmän välillä ei havaittu. (Rey ym. 2012.)  
Laktaatin poistumisen kannalta 15–30 minuuttia kestävä palautumisharjoitus,  
joka on intensiteetiltään 30–60 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, näyttäisi

olevan vaikuttava, joskaan sitä ei tulisi pitää palautumisen mittarina. Aktiivisella palautumisprotokollalla voi olla myös negatiivinen vaikutus glykogeenivarastojen täyttymiseen, mikä ei tue aktiivisen palautumismenetelmän käyttöä (Nédélec ym. 2013). Hyvin nukutun yön jälkeen aktiivisella palautumisella ei enää saavuteta fysiologista hyötyä palautumiseen. Pian harjoituksen jälkeen suoritettulla aktiivisella palautumisella uinnin tai pyöräilyn keinoin voisi olla jonkinlainen positiivinen vaikutus palautumiseen, ja lajista poikkeava suoritus voi edistää palautumista psykologiselta kannalta. (Meyer ym. 2014.) Aineiston palautumismenetelmien heterogeenisyyden vuoksi ei voida antaa suosituksia aktiivisen palautumisen käytön suhteen puolesta tai vastaan. Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston alkuperäistutkimuksissa otannat olivat 12 ja 31 jalkapalloilijaa. Sekä negatiivinen että positiivinen vaikutus aktiivisen palautumisen osalta on huomioitava ja lisätutkimusta tulisi tehdä vakioituilla aktiivisilla palautumismenetelmillä sekä suuremmilla tutkimusryhmillä.

Hieronnalla ei ole näytön valossa vaikutusta palautumiseen fysiologian näkökulmasta, mutta positiivista vaikutusta on havaittu koettuun lihaskipuun ja koettuun väsymykseen. Suorituskyvyn kannalta vaikutuksia ei ole havaittu. (Nédélec ym. 2013.) Jalkapalloilijoille on kuitenkin tärkeää kokea olonsa palautuneeksi, jolloin hieronnan positiivinen vaikutus koettuun lihaskipuun ja koettuun väsymykseen voi riittää perusteeksi käyttää hierontaa palautumisen aikana rajallisesta tutkimusnäytöstä huolimatta. Vakioitujen hierontatekniikoiden vaikutuksia palautumiseen tulisi myös tutkia lisää.

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineistossa on ristiriitaisia tutkimustuloksia elektrostimulaatiosta. Bieuzen ym. (2012) havaitsivat VEINOPLUS-elektroterapialla olevan positiivinen vaikutus 30 sekuntia kestävässä maksimaalisessa suorituksessa, mutta muissa mitatuissa arvoissa eroja passiiviseen palautumiseen ei havaittu. Nédélec ym. (2013) katsauksessa todetaan, että useimmissa tutkimuksissa on epäonnistuttu löytämään positiivisia vaikutuksia suorituskykyyn. Tutkimustulosten ollessa ristiriitaisia ja jopa negatiivisia Meyerin ym. (2014) mukaan on mahdollista, että käytettyjen parametrien heterogeenisyys voi vaikuttaa tuloksiin. Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston valossa elektrostimulaation käyttöön tulisi suhtautua kriittisesti palautumisen näkökulmasta ja lisätutkimuksia tulisi suorittaa vakioituilla parametreilla.

Aineistossa ainoastaan yksi katsaus käsitteli venyttelyä irrallisena osana palautumista. Sen mukaan venyttely on jalkapallossa suosittu tapa harjoittaa liikuvuutta ja edistää palautumista. Näytön valossa staattista venyttelyä ei kuitenkaan voida suositella ja sillä voi olla jopa negatiivisia vaikutuksia. (Nédélec ym. 2013.) Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekijälle on muodostunut kuva venyttelyn vaikutuksien rajallisuudesta, ja on mahdollista, että aikarajausta muuttamalla venyttelyä käsitteleviä tutkimuksia olisi löytynyt enemmän. Myöskään Nédélec ym. (2013) katsauksen aineistossa yksikään tutkimus ei tukenut venyttelyn käyttöä palautumisen edistämisessä.

Kahden katsauksen mukaan kompressioasusteiden käyttöä ei voida perustella palautumisen näkökulmasta (Nédélec ym. 2013; Meyer ym. 2014). Koettuun lihasarkuuteen kompressioasusteilla voi kuitenkin olla positiivinen vaikutus, ja erityisesti pitkillä matkoilla kompressioasusteiden käyttö voi olla perusteltua myös laskimotromboosien ehkäisyn näkökulmasta (Nédélec ym. 2013). Suorituksen aikana Meyerin ym. (2014) mukaan kompressioasusteiden käyttö on perusteltua väsymisen hidastamiseksi. Näin ollen kompressioasusteiden käyttö jalkapallossa on perusteltua ottelun ja harjoitusten aikana sääntöjen niin salliessa. Harkiten käytettynä myös pitkillä matkoilla kompressioasusteita voidaan käyttää, mutta tulee tiedostaa, ettei sillä ole positiivista vaikutusta palautumiseen.

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä vaikuttavimmasta palautumismenetelmästä. Myös eri palautumismenetelmien yhdistäminen ja niiden yhteisvaikutukset jäivät epäselväksi. Myös Meyerin ym. (2014) katsauksessa todetaan, että eri palautumismenetelmien yhteisvaikutuksista on vain vähän tietoa ja koska monet jalkapalloilijat käyttävät useampia menetelmiä samanaikaisesti palautumisen edistämiseen, tulisi käytettävät menetelmät pyrkiä valikoimaan mahdollisen fysiologisen vaikutuksensa perusteella.



## 6.1 Luotettavuuden toteutuminen

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tekijä on perehtynyt systemaattisen kirjallisuuskatsauksen teoreettisiin perusteisiin ja tutkimusprosessi on kuvattu tarkasti. Tutkimusaiheen tarkka rajaaminen lisää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta. Aineisto kerättiin käyttäen laajasti viittä eri tietokantaa, joiden käyttöön perehdyttiin tarkasti hyödyntäen tietokantojen käyttöohjeita luotettavan haun toteuttamiseksi.

Luotettavuutta heikentää yhden tutkimuksen jääminen systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ulkopuolelle saatavuuden vuoksi. Yhden tutkimuksen tuloksia ei ollut raportoitu erikseen miesten ja naisten osalta, jolloin se ei täyttänyt sisäänottokriteereitä. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta olisi voinut parantaa laajentamalla rajausta kattamaan myös naissukupuolen, jolloin olisi myös mahdollista vertailla miesten ja naisten välisiä eroja. Aineiston rajaaminen vain englanninkielisiin tutkimuksiin heikentää luotettavuutta, mutta on oletettavaa, että kaikki merkittävät tutkimukset on julkaistu englannin kielellä. Abstraktin perusteella kolme tutkimusta täyttivät sisäänottokriteerit muutoin, mutta koska kyseessä olleet kiinankieliset tutkimukset eivät olleet saatavissa englanniksi, rajautuivat ne ulos sisällönanalyysistä. On mahdollista, että myös muita muilla kielillä toteutettuja tutkimuksia on jäänyt tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ulkopuolelle.

## 6.2 Johtopäätökset

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineiston pohjalta voidaan todeta, että kylmävesihoito on vaikuttavaa ja sitä voidaan suositella palautumismenetelmäksi silloin, kun pelataan lyhyen ajan sisällä useita otteluita. Aineistossa esiintyneiden veden lämpötilojen ja hoidon keston välillä oli variaatioita. Yhtenevää tutkimuksissa oli käytettyjen hoitoaikojen ja veden lämpötilan osalta. Kaikissa tutkimuksissa 10-asteinen ja 10 minuutin kestoinen hoitoaika sisältyivät suositeltuun lämpötilaan ja keston. On kuitenkin huomioitava, että säännöllisesti käytettynä kylmävesihoidolla vaikuttaisi olevan lihaksen adaptaatiota heikentävä ja siten kehittymistä hidastava vaikutus.

Ravitsemus on olennainen osa palautumista, ja jalkapalloilijalle tulisi taata noin 1,2 g/kg/h hiilihydraatteja sekä vähintään 20 g proteiineja suorituksen jälkeen. Suklaamaitojuoma on helppo ja kohtuuhintainen palautusjuoma käytettäväksi suorituksen jälkeen normaalin päivittäisen ravitsemuksen lisäksi.

Pelaajia tulisi opastaa laadukkaaseen uneen ja pyrkiä siihen, että pelaaja itse ymmärtää, mikä on unen merkitys jalkapallon kannalta ja millaisia vaikutuksia liian vähäisellä nukkumisella on. Joukkueen harjoitusohjelma tulisi suunnitella pyrkien aikatauluttamaan korkeaintensiteettiset harjoitukset muuhun ajankohtaan kuin iltaan pelaajien laadukkaan ja riittävän unen takaamiseksi.

Hierontaa voi käyttää palautumisen aikana, mikäli jalkapalloilija kokee hyötyvänsä siitä. Näytön valossa positiivisia vaikutuksia fysiologiselta kannalta tai suorituskyvyn palautumisen näkökulmasta ei kuitenkaan ole havaittu, ja sen vuoksi pelaajia tulisi kannustaa käyttämään näytön valossa vaikuttavampia palautumismenetelmiä.

Staattista venyttelyä ei tulisi käyttää palautumisen edistämiseen jalkapalloilijoilla. Kompressioasusteiden käyttö voi olla perusteltua pitkillä ottelumatkoilla. Elektrostimulaation käyttöä ei voida suositella nykyisen tutkimusnäytön perusteella. Matalatasoisen laserterapian suhteen lisätutkimus on tarpeen, vaikka lievää positiivista näyttöä määrätyillä parametreilla on.

### **6.3 Jatkotutkimusehdotukset**

Jatkotutkimusta olisi hyvä tehdä eri palautumismenetelmien vaikuttavuudesta toisiinsa verrattuna. Esimerkiksi voisi tutkia, millä tavalla eroavat maustetun maitojuoman ja kylmävesiupotuksen vaikutukset palautumiseen. Lisätietoa tarvitaan myös eri palautumismenetelmien yhteisvaikutuksesta verrattuna tiettyyn palautumismenetelmään tai passiiviseen palautumiseen ja erilaisten palautumismenetelmien yhdistelmien vaikutuksista palautumiseen. Voisi tutkia esimerkiksi, millainen on kylmävesiupotuksen ja ravitsemuksen yhteisvaikutus verrattuna pelkkään kylmävesiupotukseen?

Aktiivisia palautumismenetelmiä tulisi tutkia lisää ja vertailla eri aktiivisten palautumismenetelmien vaikuttavuutta toisiinsa optimaalisen menetelmän löytämiseksi. Myös lisätutkimus matalatasoisesta laserterapiasta ja sen vaikuttavuudesta jalkapallo-ottelun tai -harjoitusten jälkeiseen palautumiseen olisi tarpeen. Hierontaa tulisi tutkia lisää palautumisen näkökulmasta pyrkien käytettyjen tekniikoiden homogeenisyyteen, jolloin tieto määrättyjen hierontatekniikoiden vaikutuksesta palautumiseen lisääntyisi. Kokonaisuutena lisätutkimuksissa tulisi huomioida palautuminen useamman päivän ajalta.

## LÄHTEET

- Alemdaroğlu, U., Dündar U., Köklü, Y. & Aşçı, A. 2012. Evaluation of aerobic capacity in soccer players: Comparison of field and laboratory tests. *Biology of Sport* 2, 157–161.
- Appell, H. J., Soares, J. M. & Duarte, J. A. 1992. Exercise, muscle damage and fatigue. *Sports Medicine* 2, 108–115.
- Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L., Camera, D. M., West, D. W. D., Broad, E. M., Jeacocke, N. A., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A. & Coffey, V. G. 2013. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of Physiology* 4, 2319–2331.
- Asmussen, E. & Mazin, B. 1978a. A central nervous component in local muscular fatigue. *European Journal of Applied Physiology* 1, 9–15.
- Asmussen, E. & Mazin, B. 1978b. Recuperation after muscular fatigue by "diverting activities". *European Journal of Applied Physiology* 1, 1–7.
- Bahr, R. & Sejersted, O. M. 1991. Effect of intensity of exercise on excess postexercise oxygen consumption. *Metabolism* 8, 836–841.
- Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. 2006. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences* 7, 665–674.
- Bieuzen, F., Pournot, H., Roulland, R. & Hausswirth, C. 2012. Recovery after high-intensity intermittent exercise in elite soccer players using VEINPLUS sport technology for blood stimulation. *Journal of Athletic Training* 5, 498–506.
- Bishop, P. A., Jones, E. & Woods, A. K. 2008. Recovery From Training: A Brief Review. *Journal of Strength & Conditioning Research* 3, 1015–1024.
- Bloomfield, J., Polman, R. & O'Donoghue, P. 2007. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine* 1, 63–70.
- Bradley, P., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. & Krstrup, P. 2009. High-intensity running in English FA Premier League Soccer Matches. *Journal of Sports Medicine* 2, 159–168.
- Brooks, G. A. 2009. Cell-cell and intracellular lactate shuttles. *The Journal of Physiology* 23, 5591–5600.
- Burke, L. & Cox, G. 2010. The Complete Guide To Food For Sports Performance: Peak Nutrition for Your Sport 3. painos. Allen & Unwin.
- Carling, C. & Dupont, G. 2011. Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play?. *Journal of Sport Sciences* 1, 63–71.

- Casajus, J. A. 2001. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *The journal of sports medicine and physical fitness* 4, 463–469.
- Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., McMaster, D. T., Reyneke, J. H. T. & Cronin, J. B. 2017. Effects of a Six-Week Hip Thrust vs Front Squat Resistance Training Program on Performance in Adolescent Males: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 4, 999–1008.
- De Nardi, M., La Torre, A., Barassi, A., Ricci, C. & Banfi, G. 2011. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in youth soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 4, 609–615.
- De Oliveira, A. R., Vanin, A. A., Tomazoni, S. S., Miranda, E. F., Albuquerque-Pontes, G. M., De Marchi, T., Grandinetti, V., de Paiva, P. R. V., Imperatori, T. B. G., de Carvalho, P. T. C., Bjordal, J. M. & Leal-Junior, E. C. P. 2017. Pre-exercise infrared photobiomodulation therapy (810nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans: What is the optimal power output? *Photomedicine and Laser Surgery* 11, 595–603.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N. & Pigozzi, F. 2007. Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine* 3, 222–227.
- Djaoui, L., Haddad, M., Chamari, K. & Dellal, A. 2017. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology & Behavior* 181, 86–94.
- Dos Reis, F. A., Kato da Silva, B. A., Laraia, E. M. S., de Melo, R. M., Silva, P. H., Leal-Junior, E. C. P. & de Carvalho, P. T. C. 2014. Effects of Pre- or Post-Exercise Low-Level Laser Therapy (830nm) on Skeletal Muscle Fatigue and Biochemical Markers of Recovery in Humans: Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *Photomedicine and Laser Surgery* 2, 106–112.
- Edwards, R. H. T. 1981. Human muscle function and fatigue. Teoksessa: Porter, R. & Whelan, J. (toim.) Human muscle fatigue: physiological mechanisms. Lontoo: Pitman Medical, 1–18.
- Ekblom, B. 1986. Applied Physiology of Soccer. *Sports Medicine* 1, 50–60.
- Elomaa, L. & Mikkola, H. 2008. Näytön jäljillä – Tiedonhaku näyttöön perustuvassa hoitotyössä. 4. painos. Turku: Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 12.
- FIFA. 2010. Nutrition for Football: A Practical guide to eating and drinking for health and performance. WWW-dokumentti. Saatavissa: [http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/medical/51/55/15/nutritionbooklet\\_neue2010.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/medical/51/55/15/nutritionbooklet_neue2010.pdf) [viitattu 17.11.2016].
- Fitts, R. H. 2008. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology* 2, 551–558.

Gastin, P. 2001. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine* 10, 725–741.

Gibson, H. & Edwards, R. H. T. 1985. Muscular exercise and fatigue. *Sports Medicine* 2, 120–132.

Gilson, S. F., Saunders, M. J., Moran, C. W., Moore, R. W., Womack, C. J. & Kent Todd, M. 2010. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscular recovery following soccer training: a randomized cross-over study. *Journal of International Society of Sports Nutrition* 7.

Gore, C. J. & Withers, R. T. 1990. Effect of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. *Journal of applied physiology* 6, 2362–2368.

Hampson, D. B., St Clair Gibson, A., Lambert, M. I. & Noakes, T. D. 2001. The influence of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. *Sports Medicine* 13, 935–952.

Hashimoto, T., Hussien, R., Oommen, S., Gohil, K. & Brooks, G. A. 2007. Lactate sensitive transcription factor network in L6 cells: activation of MCT1 and mitochondrial biogenesis. *The FASEB Journal* 10, 2602–2612.

Jalkapallosäännöt 2017. Suomen palloliitto ry.

Kalapocharakos, V. I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., Karvounidis, K. & Kapreli, E. 2006. Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness* 4, 515–519.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2014. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. 2. painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura ry.

Kontio, E. & Johansson, K. 2007. Systemaattinen tarkastelu alkuperäistutkimuksien laatuun. Teoksessa: Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L (toim.). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: University Of Turku, Department of Nursing Science, 101–108.

Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K. & Bangsbo, J. 2003. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability and Validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 4, 697–705.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M. & Bangsbo, J. 2006. Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 6, 1165–1174.

Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus. s.a. Faktapankki, Lajien harrastaja- ja lisenssimäärät. Saatavissa: <http://www.kihu.fi/faktapankki/lisenssit/> [Viitattu: 19.06.2016]

Lundberg, T. R. & Weckström, K. 2017. Fixture congestion modulates post-match recovery kinetics in professional soccer players. *Research in Sports Medicine* 4, 408–420.

Maughan, R. & Gleeson, M. 2010. The Biochemical Basis of Sports Performance. 2. painos. New York: Oxford University Press.

Merton, P. A. 1954. Voluntary strength and fatigue. *Journal of Physiology* 3, 553–564.

Metsämuuronen, J. 2000. Metodologian perusteet ihmistieteissä. Metodologia –sarja 1. Viro: Jaabes OÜ.

Meyer, T., Wegmann, M., Poppendieck, W. & Fullagar, H. H. K. 2014. Regenerative interventions in professional football. *Sports Orthopaedics and Traumatology* 2, 112–118.

Mika, A., Oleksy, L., Kielnar, R., Wodka-Natkaniec, E., Twardowska, M., Kaminski, K. & Malek, Z. 2016. Comparison of Two Different Modes of Active Recovery on Muscles Performance after Fatiguing Exercise in Mountain Canoeist and Football Players. *PLoS ONE* 11.

Minett, G. M. & Duffield, R. 2014. Is recovery driven by central or peripheral factors? A role for the brain in recovery following intermittent-sprint exercise. *Frontiers in Physiology* 24.

Mohr, M., Krusturup, P. & Bangsbo, J. 2003. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sport Sciences* 7, 519–528.

Mohr, M., Krusturup, P. & Bangsbo, J. 2005. Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences* 6, 593–599.

Mohr, M., Krusturup, P., Nybo, L., Nielsen, J. & Bangsbo, J. 2004. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian journal of medicine and science in sports* 3, 156–162.

Morgans, R., Orme, P., Anderson, M. & Drust, B. 2014. Principles and practices of training for soccer. *Journal of Sport and Health Science* 4, 251–257.

Naclerio, F., Larumbe-Zabala, E., Cooper, R., Allgrove, J. & Earnest, C. P. 2015. A multi-ingredient containing carbohydrate, proteins L-glutamine and L-carnitine attenuates fatigue perception with no effect on performance, muscle damage or immunity in soccer players. *PLoS ONE* 4.

Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S. & Dupont, G. 2013. Recovery in Soccer Part 2 – Recovery Strategies. *Sports Medicine* 1, 9–22.

Nédélec, M., Halson, S., Abaidia, A. E., Ahmaidi, S. & Dupont, G. 2015. Stress, Sleep and Recovery in Elite Soccer: A Critical Review of the literature. *Sports Medicine* 10, 1387–1400.

Powers, S. K. & Howley, E. T. 2015. Exercise Physiology. 9. painos. New York: McGraw-Hill Education.

- Pudas-Tähkä, S.-M. & Axelin, A. 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaus, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa: Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L (toim.). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: University Of Turku, Department of Nursing Science, 46–57.
- Rey, E., Lago-Peñas, C., Casáis, L. & Lago-Ballesteros, J. 2012. The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics* 31, 121–129.
- Robey, E., Dawson, B., Halson, S., Gregson, W., Goodman, C. & Eastwood, P. 2014. Sleep quantity and quality in elite youth soccer players: A pilot study. *European Journal of Sport Science* 5, 410–417.
- Rowell, G. J., Coutts, A. J., Reaburn, P. & Hill-Haas, S. 2009. Effects of cold water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *Journal of Sports Sciences* 6, 565–573.
- Rowell, G. J., Coutts, A. J., Reaburn, P. & Hill-Haas, S. 2011. Effect of post-match cold-water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play. *Journal of Sports Sciences* 1, 1–6.
- Sejersted, O. M. & Sjogaard, G. 2000. Dynamics and consequences of potassium shifts in skeletal muscle and heart during exercise. *Physiological Reviews* 4, 1411–1481.
- Shephard, R. J. 1999. Biology and medicine of soccer: An update. *Journal of Sports Sciences* 10, 757–786.
- Silva, J. R., Nassis, G. P. & Rebelo, A. 2015. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine* 1.
- SLU. 2010. Lapset ja nuoret. Kansallinen liikuntatutkimus 2009–2010. SLU:n julkaisusarja 7/2010.
- Smith, M. R., Marcora, S. M. & Coutts, A. J. 2015. Mental fatigue impairs intermittent running performance. *Medicine and science in sports and exercise* 8, 1682–1690.
- Spaccarotella, K. J. & Andzel, W. D. 2011. The Effects of Low Fat Chocolate Milk on Postexercise Recovery in Collegiate Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 12, 3456–3460.
- Stolt, M. & Routasalo, P. 2007. Tutkimusartikkelien valinta ja käsittely. Teoksessa: Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L (toim.). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: University Of Turku, Department of Nursing Science, 58–70.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisløff, U. 2005. Physiology of Soccer. *Sports Medicine* 6, 501–536.



Svensson, M. & Drust, B. 2005. Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences* 6, 601–618.

Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B. & Gregson, W. 2017. Monitoring Fatigue Status in Elite Team-Sports Athletes: Implications for Practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance* S2, 27–34.

Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B. & Gregson, W. 2015. Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8, 958–964.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 1. painos. Helsinki: Tammi.

UEFA. s.a. Uefa and Universities. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.uefa.com/insideuefa/football-development/academic/index.html#jprint> [viitattu 21.3.2018].

Ulmer, H. 1996. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia* 5, 416–420.

Van Hall, G., Størmstad, M., Rasmussen, P., Jans, Ø., Zaar, M., Gam, C., Quistorff, B., Secher, N. & Nielsen, H. 2009. Blood lactate is an important energy source for the human brain. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism* 6, 1121–1129.

Vanin, A. A., De Marchi, T., Tomazoni, S. S., Tairova, O., Casalechi, H. L., Carvalho, P. T. C., Bjordal, J. M. & Leal-Junior, E. C. P. 2016. Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, what is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Photomedicine and Laser Surgery* 10, 473–482.

Vincenzo de Paoli, F., Ørtenblad, N., Holm Pedersen, T., Jørgensen, R., Bækgaard Nielsen, O., 2010. Lactate per se improves the excitability of depolarized rat skeletal muscle by reducing the Cl<sup>-</sup> conductance. *The Journal of Physiology* 23, 4785–4794

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. 2004. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine* 3, 285–288.

Wisløff, U., Helgerud, J. & Hoff, J. 1998. Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 3, 462–467.

## Koehakujen tulokset

Tietokanta	Hakutermit	Koehaulla löydetty tutkimukset
Google Scholar	soccer AND recovery AND fatigue	11
Google Scholar	football AND recovery AND fatigue	5
ProQuest Central	football OR soccer, recovery, fatigue	101
PubMed	soccer AND recovery AND fatigue	109
PubMed	football AND recovery AND fatigue	41
Science Direct	soccer AND recovery AND fatigue	10
Science Direct	football AND recovery AND fatigue	11
SPORTDiscus	football OR soccer, recovery, fatigue	96

## Kirjallisuuskatsaukseen valikoituneet tutkimukset

Tekijä(t), vuosi ja tutkimus	Tutkimuksen aihe	Tulokset
Meyer ym. 2014. Regenerative interventions in professional football.	Jäähdytys ja vesihoito, uni, ravitseminen, aktiivinen palautuminen, hieronta, kompressioasusteet ja EMS.	<p>Kylmävesiupotus + Vaihtolämpövesiupotus + &gt; verrattuna kylmäasusteisiin.</p> <p>Laadukas uni + Hiilihydraatteja 1– 1,2g/kg/h Aminohappoja 0,5g/kg 2–3h</p> <p>Aktiivisen vs passiivisen palautumisen välillä ristiriitaista näyttöä.</p> <p>Hieronta +/- Kompressioasusteet +/- EMS +/- tai -</p>

<p>De Nardi ym. 2011. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in youth soccer players. 2011.</p>	<p>Harjoituksien jälkeisen kylmävesiupotuksen (CWI) ja vaihtolämpövesiupotuksen (CWT) vaikutus suorituskykyyn, kreatiinikinaasipitoisuuteen, leukosyytteihin, hemoglobiiniin, virtsahappopitoisuuteen, kehon lämpötilaan ja koettuun väsymykseen verrattuna passiiviseen (PAS) palautumiseen.</p> <p>N = 18 nuorta jalkapalloilijaa.</p>	<p>Palautuminen</p> <p>Toistosprintti</p> <p>CWI = CWT = PAS</p> <p>Esikevennyshyppy</p> <p>CWI &gt; PAS</p> <p>CWT &gt; PAS</p> <p>Virtsahappopitoisuudessa ei havaittu eroja ryhmien välillä.</p> <p>Kreatiinikinaasipitoisuus</p> <p>CWI ↑ &lt; PAS ↑</p> <p>CWT ↑ &lt; PAS ↑</p> <p>Koettu väsymys</p> <p>CWI &lt; CWT &lt; PAS</p> <p>Suorituskyvyn lasku</p> <p>CWT &lt; CWI &lt; PAS</p>
<p>Spaccarotella &amp; Andzel 2011. The effects of low fat chocolate milk on post exercise recovery in collegiate athletes.</p>	<p>Tutkimuksessa verrattiin vähärasvaisen suklaamaitojuoman ja hiilihydraattielektrolyyttijuoman vaikutuksia palautumiseen aamupäivän ja iltapäivän harjoituksen välillä.</p> <p>N= 5 mies- ja 8 naisjalkapalloilijaa.</p>	<p>Juoksutestissä jaksaminen</p> <p>Maitojuoma &gt; Hiilihydraatti</p> <p>Koettu väsymys</p> <p>Maitojuoma = Hiilihydraatti</p>

<p>Gilson ym. 2010. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscular recovery following soccer training: a randomized cross-over study.</p>	<p>Suklaamaitojuoman ja isokalorisen hiilihydraattijuoman vaikutusta palautumisen merkkiaineiden määrään verrattiin korkeamman harjoituskuormitusjakson aikana.</p> <p>N= 13 jalkapalloilijaa.</p>	<p>Samankaltaiset tulokset suorituskvyvyssä, viivästyneessä lihaskivussa, myoglobiinipitoisuuksissa ja koetussa väsymyksessä</p> <p>Kreatiinikinaasipitoisuus: Maitojuoma &lt; Hiilihydraatti</p>
<p>Rey ym. 2012. The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players.</p>	<p>Tarkoituksena oli verrata aktiivista palautumista (12min submaksimaalista juoksua ja 8min staattista venytystä) passiiviseen (20min istuminen) palautumiseen 24 tuntia harjoituksen jälkeen.</p> <p>N= 31 ammattilaisjalkapalloilijaa.</p>	<p>Ei merkittävää eroa</p> <p>Ketteryystestissä</p> <p>20m juokсутestissä</p> <p>Liikkuvuustestissä</p> <p>Esikevennyshyppy</p> <p>Aktiivinen &gt; Passiivinen</p>
<p>Rowsell ym. 2011. Effect of post-match cold-water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play.</p>	<p>Ottelun jälkeisen kylmävesiupotuksen (CWI) ja neutraalilämpöiseen veteen upottautumisen (NEUT) vaikutus juoksumatkan suorituskykyyn lasten jalkapalloturnauksen aikana.</p> <p>N= 20 miespuolista juniorijalkapalloilijaa.</p>	<p>Juoksumatkan lasku</p> <p>CWI &lt; NEUT</p> <p>Yleinen väsymys</p> <p>CWI &lt; NEUT</p> <p>Lihaskivus</p> <p>CWI &lt; NEUT</p> <p>Koettu hyöty</p> <p>CWI &gt; NEUT</p>

<p>Rowsell ym. 2009. Effects of cold water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players.</p>	<p>Ottelun jälkeisen kylmävesiupotuksen (CWI) ja neutraalilämpöiseen veteen upottautumisen (NEUT) vaikutus lihasvaurion ja tulehduksen merkkiaineisiin, suorituskykyyn, koettuun väsymykseen ja palautumiseen neljän päivän turnaussimulaation aikana.</p> <p>N= 20 miespuolista juniorijalkapalloilijaa.</p>	<p>Ei eroja ryhmien välillä</p> <p>Esikevennyshypyssä</p> <p>Sukkulajuoksun sykeseurannassa</p> <p>Toistosprintissä</p> <p>Tulehduksen merkkiaineissa</p> <p>Lihavaurion merkkiaineissa</p> <p>Yleinen väsymys</p> <p>CWI &lt; NEUT</p> <p>Jalkojen lihasarkuus</p> <p>CWI &lt; NEUT</p>
<p>Naclerio ym. 2015. A multi-ingredient containing carbohydrate, proteins L-glutamine and L-carnitine attenuates fatigue perception with no effect on performance, muscle damage or immunity in soccer players.</p>	<p>Hiilihydraattiproteiini valmisteen, hiilihydraattivalmisteen ja plasebon vertailu 15 metrin maksimaalisen juoksusuorituskyvyn, koetun väsymyksen, lihasvaurion, immuunijärjestelmän toiminnan ja palautumisen kannalta 24 tuntia harjoituksen jälkeen.</p> <p>N= 16 jalkapalloilijaa.</p>	<p>Hiilihydraattiproteiinivalmisteella tai pelkällä hiilihydraattivalmisteella ei havaittu olevan vaikutusta suorituskykyyn tai kreatiinikinaasipitoisuuteen 24 tuntia suorituksen jälkeen. Molemmat valmisteet alensivat myoglobiiniarvoja placeboon verrattuna yhden tunnin kuluttua harjoituksesta.</p>

<p>Bieuzen ym. 2012. Recovery after high-intensity intermittent exercise in elite soccer players using VEINOPLUS sport technology for blood stimulation.</p>	<p>VEINOPLUS lihasstimulaation vaikutus suorituskyykyyn, koettuun lihasarkuuteen, kreatiinikinaasipitoisuuteen sekä laktaattipitoisuuteen veressä verrattuna passiivisen palautumisen ryhmään. N= 26 ammattijalkapalloilijaa.</p>	<p>30 sekuntia kestävän maksimaalisen suorituksen suorituskyky palautui nopeammin VEINOPLUS ryhmällä verrattuna passiiviseen palautumiseen. Maksimaalinen lihasjännitys, esikevennetty hyppy, kreatiinikinaasi, laktaatti tai koettu lihasarkuus olivat samantlaiset molemmilla ryhmillä.</p>
<p>Robey ym. 2014. Sleep quantity and quality in elite youth soccer players: A pilot study.</p>	<p>Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata lepopäivän ja korkeaintensiteettisen harjoituksen jälkeisen yön unen pituutta ja laatua sekä arvioida korkeaintensiteettisen harjoituksen jälkeistä kylmävesiupotusta unen laatuun, kestoon ja urheilijan väsymykseen nuorilla jalkapalloilijoilla rannetietokoneen avulla. N= 12 nuorta jalkapalloilijaa.</p>	<p>Harjoitusten jälkeen urheilijoiden nukahtaminen sekä seuraavan aamun herääminen tapahtuivat myöhemmin verrattuna lepopäiviin unen kokonaismäärän ja laadun säilyessä samantlaisena. Kylmävesiupotuksen jälkeen koettu lihasväsymys oli vähäisempää, verrattuna ryhmään joka ei käyttänyt vettä palautumiseen. Koettu unen laatu, uneliaisuus, uniaika ja koettu lihasväsymys aamulla olivat molemmilla ryhmillä harjoittelun jälkeen samantlaisia.</p>

<p>Vanin ym. 2016.</p> <p>Pre-exercise infra-red low-level laser therapy (810nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, what is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial.</p>	<p>Ennen eksentristä harjoitusta annettua kolmella eri energiamäärällä suoritettua matalatasoista laserterapiaa (LLLT) placeboryhmään. Tutkittavilta mitattiin tämän jälkeen maksimaalinen lihasvoima, kreatiini-naasi, interleukiini-6 (IL6) ja viivästynyt lihaskipu välittömästi harjoituksen jälkeen sekä 1h, 24h, 48h, 72h ja 96h harjoituksen jälkeen.</p> <p>N= 28 ammattijalkapalloilijaa.</p>	<p>LLLT 10 J Maksimi voima ↑ 24 h, 48 h, 72 h ja 96 h</p> <p>LLLT 50 J Maksimi voima ↑ 1 h ja 24 h</p> <p>10 J Kreatiini-naasin määrä ↓ 24 h, 48 h, 72 h ja 96 h</p> <p>50 J Kreatiini-naasin määrä ↓ 1 h, 24 h, 48 h, 72 h ja 96 h</p> <p>30 J ja 50 J IL6 +vaikutus 1 h, 24 h, 48 h ja 72 h</p> <p>10 J IL6 +vaikutus 0 h, 1 h, 24 h, 48 h, 72 h ja 96 h</p> <p>10 J:n annostelu vaikuttaisi parhaalta jalkapalloilijoilla keskipitkän vaikutuksensa vuoksi.</p>
<p>Dos Reis ym. 2014.</p> <p>Effects of Pre- or Post-Exercise Low-Level Laser Therapy (830nm) on Skeletal Muscle Fatigue and Biochemical Markers of Recovery in Humans: Double-Blind Placebo-Controlled Trial.</p>	<p>Ennen (pre-fatigue) ja jälkeen (post-fatigue) suorituksen annetun matalatasoisen laserterapian (LLLT) vaikutus quadricepsin lihas-työhön sekä laktaatti- ja kreatiini-naasitasoihin.</p> <p>N= 27 jalkapalloilijaa.</p>	<p>Toistomäärissä sekä lihaksen väsymiseen kuluneessa ajassa ei ollut ryhmien välillä eroja.</p> <p>Laktaattituotanto Post &lt; Pre &lt; Placebo</p> <p>Post-fatigue ryhmän kreatiini-naasin taso huomattavasti alhaisempi kuin placebo ja pre-fatigue ryhmillä.</p>



<p>De Oliveira ym. 2017. Pre-exercise infrared photobio-modulation therapy (810nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans: What is the optimal power output?</p>	<p>Ennen eksentristä harjoitusta annettavan matalatasoisen laserterapian (LLLT) vaikutusta suorituskykyyn ja palautumiseen sekä etsittiin 10J:n annoksella parasta tehomäärää suorituskyvyn ja palautumisen kannalta. N= 28 jalkapalloilijaa</p>	<p>+vaikutus</p> <p>Maksimivoimaan 100 mW 0–96 h 200 mW 0–24 h</p> <p>IL-6 pitoisuuteen 100 mW 0–96 h</p> <p>Laktaattipitoisuuteen 100 mW ja 200 mW 24–96 h</p> <p>Kreatiinikinaasipitoisuuteen 100 mW ja 200 mW 24–96 h</p> <p>100 mW, 200 mW ja 400 mW DOMS &lt; Placebo 1–48 h</p> <p>100 mW teholla annettu hoito oli vaikuttavin.</p>
<p>Nédélec ym. 2015. Stress, sleep and recovery in elite soccer: A critical review of the literature.</p>	<p>Katsauksessa käsiteltiin akuutteja ja kroonisia stressin aiheuttajia, jotka voivat vaikuttaa unen määrään ja laatuun jalkapalloilijoilla sekä heikentyneen unen seurauksiin palautumisessa.</p>	<p>Unen vaikutus</p> <p>Kasvuhormonituotanto ↑ Hermoston palautuminen ↑ Neuromotorinen oppiminen ↑</p> <p>Laatua ja määrää laskevat Valon määrän ↑ Näyttöjen valon määrän ↑ Kofeiini illalla nauttiminen ↑</p> <p>Univaikeudet Glykokeenin palautuminen ↓ Lihaksen regeneraatio ↓</p>

<p>Mika ym. 2016. Comparison of Two Different Modes of Active Recovery on Muscles Performance after Fatiguing Exercise in Mountain Canoeist and Football Players.</p>	<p>Palautusharjoite polkupyöraergometrillä, käsiergometrillä sekä passiivinen lepo istuen ja niiden vaikutuksia rasitettuun lihasryhmään juoksumatolla uupumukseen asti suoritettun harjoitteen jälkeen.</p> <p>N= 12 jalkapalloilijaa (ja 13 vuoristomelojaa.)</p>	<p>Lihaskuume Polkupyöraergometri ↓ Käsiergometri ↑</p> <p>Lihaksen huippu vääntömomentti-, työ- ja voima- parametrit eivät muuttuneet huomattavasti kummassakaan aktiivisessa palautumisessa mutta passiivisessa levossa lasku oli merkittävä.</p>
---	---	---

<p>Nédélec ym. 2013. Recovery in Soccer Part II – Recovery Strategies.</p>	<p>Tutkittiin erilaisia palautumismenetelmiä ja niiden vaikutuksia. Ravitsemus, kylmävesihoito, nukuminen, aktiivinen palautuminen, venyttely, kompressiovaatteet, hieronta ja sähköstimulaatio.</p>	<p>Vaikutus palautumiseen</p> <p>Maustetut maitojuomat ↑</p> <p>Hiilihydraatti ↑</p> <p>Proteiini ↑</p> <p>Kirsikkamehujuoma ottelua edeltävänä, ottelupäivänä ja seuraavina päivinä ↑</p> <p>Kylmävesihoito ↑ ruuhka-aikana</p> <p>Alle 7h yöuni ↓</p> <p>Yli 8h yöuni ↑</p> <p>15–30min 30-60% VO<sub>2</sub>max suoritus ↑ laktaatin poistumista</p> <p>Venyttely ↓ tai ei vaikutusta</p> <p>Kompressiovaatteilla mahdollinen positiivinen DOMS vaikutus.</p> <p>Hieronnan vaikutus</p> <p>DOMS ↓</p> <p>Ei näyttö suorituskyvyn kannalta</p> <p>Sähköstimulaatio</p> <p>Ei tieteellistä näyttöä suorituskyvyn.</p> <p>DOMS näyttö ristiriitaista ja vajavaista.</p>
--	--	---